

Martí Àvila Llopis

DETERMINACIÓ DE CONTAMINANTS ATMOSFÈRICS AL PORT DE  
TARRAGONA

TREBALL DE FI DE GRAU

Dirigit per Albert González Freixas

Grau de Química



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Tarragona

2015



## Índex:

1. Introducció .....	2
2. Hidrocarburs Aromàtics Policíclics (PAHs) .....	3
2.1 Introducció .....	3
2.2 Presa de mostra .....	6
2.3 Mètode Analític .....	12
2.4 Validació Mètode .....	18
2.5 Resultats .....	19
3. Compostos Orgànics Volàtils (VOCs) .....	20
3.1 Introducció .....	20
3.2 Presa de mostra .....	21
3.3 Mètode Analític .....	25
3.4 Resultats .....	31
3.4.1 Cantàbria .....	33
3.4.2 Bombers .....	35
3.4.3 Cabina MA .....	37
3.4.4 Pàrquing Química .....	39
3.4.5 Esplanada Hidrocarburs .....	41
3.4.6 Far de la Banya .....	43
4. Conclusions .....	48
5. Bibliografia .....	50



## 1. Introducció:

El present treball es basa en la caracterització de l'atmosfera del Port de Tarragona. Es tracta d'un conveni iniciat el 2009 entre la URV i el propi Port que es caracteritza per analitzar els diferents tipus de contaminants presents a l'atmosfera del Port. Aquest conveni correspon a un contracte d'un any entre les dues entitats, de manera que el present treball només comprèn una part d'aquest projecte que té data de finalització a febrer de 2016.

En aquest estudi s'analitzaran dues famílies de compostos com són els Hidrocarburs Aromàtics Policíclics (PAHs) i els Compostos Orgànics Volàtils (VOCs). Fent referència a la primera família, es van seleccionar els 18 compostos principals i es van aconseguir determinar amb el mètode ASE/GC-MS, explicat en detall més endavant. Pel que fa a la segona família, es van seleccionar també 90 compostos principals, que es van poder determinar mitjançant TD-GC-MS.

El primer mètode comentat, s'ha validat amb un material de referència certificat (CRM) provinent de Bèlgica, donant resultats més que satisfactoris. El segon mètode ha estat validat en un altre treball i és per això que la validació d'aquest no consta en aquest projecte.

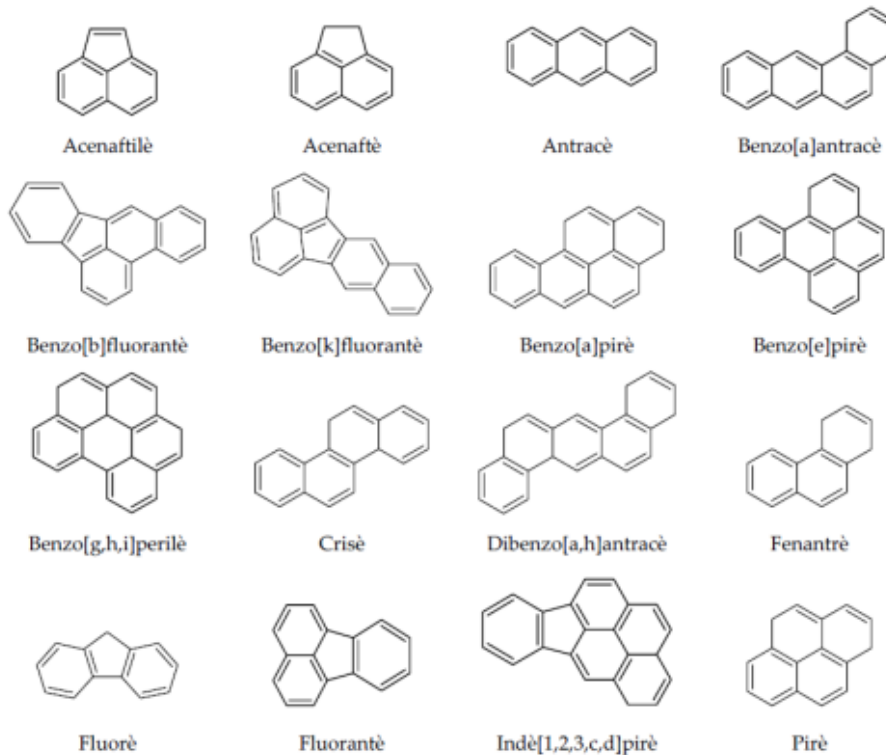
L'objectiu d'aquest estudi doncs, és avaluar la qualitat de l'aire a l'entorn portuari i poder extreure'n conclusions fiables quan es disposin de totes les anàlisis, a finals de febrer de 2016. S'intentarà, per tant, relacionar dies en què els resultats d'emissió/imissió surtin elevats i la seva possible causa o punt d'origen: operatives de descàrrega de vaixells, possibles fuites de tancs d'emmagatzematge, etc. Per fer-ho, es farà ús d'una estació meteorològica, utilitzada com a estació de referència en aquest tipus de treballs, anomenada *Port Control*.

Finalment, voldria agrair al Dr. Francesc Borrull i a la Dra. Rosa Maria Marcé la confiança que han dipositat en mi des del primer dia, juntament amb la paciència i dedicació que han tingut en intentar resoldre els problemes instrumentals que han sorgit constantment durant la realització d'aquest treball.

## 2. Hidrocarburs aromàtics policíclics:

### 2.1 Introducció:

Els hidrocarburs aromàtics policíclics (PAHs) es caracteritzen per tenir en la seva estructura dos o més anells aromàtics de benzè units entre ells. Són substàncies lipofíliques amb una gran afinitat pels greixos, ja que com es pot observar en la seva estructura, a la figura 1, són compostos completament apolars, fet que provoca una molt bona solubilitat en solvents d'aquest tipus. Una altra característica important és que són inestables fotoquímicament, de manera que es degraden amb la llum<sup>1,2,3</sup>. A continuació es mostren els PAHs més importants determinats pel mètode que s'explicarà en el present treball<sup>19</sup>.



**Figura 1.** Estructures químiques dels 16 PAHs principals.

Aquests compostos s'originen quan s'apliquen temperatures elevades a la matèria orgànica durant un període de temps llarg i, per tant, aquesta acaba descomposant-se. Són característics doncs, de processos de piròlisi. Els PAHs es poden trobar distribuïts en diferents tipus de matrius ambientals, com ara a l'aire, al sòl, a les aigües, als sediments, als teixits biològics i, fins i tot, als aliments.

Així doncs, a banda de les fonts naturals d'emissió d'aquests contaminants atmosfèrics, com ara els volcans o els incendis forestals, també es troben fonts de caràcter antropogènic com són els automòbils, els avions, els vaixells, les plantes de generació d'energia elèctrica, les incineradores de residus, les calefaccions domèstiques i les plantes industrials, que empren derivats del petroli i del carbó en els processos de combustió. A causa d'això, es poden trobar concentracions elevades d'aquests contaminants atmosfèrics en diversos ambients<sup>4, 16</sup>.

Els efectes nocius dels PAHs depenen principalment de la seva estructura. Entre els més perjudicials es troba l'antracè, l'estructura bàsica del qual, quan se li afegeix algun anell de benzè, pot comportar efectes cancerígens. Alguns exemples d'aquest fet es troben en el benzo[a]pirè i el dibenzo[a,h]antracè<sup>11</sup>. A la taula 1 es mostra una llista dels 16 principals hidrocarburs aromàtics policíclics considerats contaminants prioritaris i la classificació carcinògena segons IARC<sup>5,14,17</sup>.

**Taula 1.** Pes molecular, nombre d'anells i classificació carcinògena pels 16 PAHs.

	Pes molecular (g/mol)	Nº d'anells	Classificació carcinògena
Naftalè	128	2	
Acenaftè	154	3	
Acenaftilè	152	3	
Fluorè	178	3	3
Fenantrè	178	3	
Antracè	178	3	3
Fluorantè	202	4	3
Pirè	202	4	3
Benzo[a]antracè	228	4	2A
Crisè	228	4	3
Benzo[b]fluorantè	276	5	2B
Benzo[k]fluorantè	252	5	2B
Benzo[a]pirè	252	5	1
Dibenzo[a,h]antracè	278	5	2A
Benzo[g,h,i]perilè	276	6	3
Inde[1,2,3-c,d]pirè	276	6	2B

1: Cancerígen  
2B: Possible cancerígen

2A: Probablement cancerígen  
3: Menys cancerígens

L'exposició humana d'aquests compostos es dona principalment per inhalació, ingestió o via cutània. Un cop absorbits, es distribueixen per diversos òrgans i teixits, en especial aquells que presenten un contingut elevat en teixit adipós. Després d'haver estat incorporats a l'organisme, experimenten una oxidació enzimàtica, de tal manera que es converteixen en epòxids i en dihidrodiols. Aquestes espècies químiques corresponen a la forma genotòxica activa dels PAHs i poden donar lloc a la formació d'adductes amb l'ADN i, com a conseqüència, possibles mutacions genètiques que poden comportar la formació de tumors malignes, així com també malformacions fetals. D'aquesta manera, els PAHs constitueixen un grup de compostos amb efectes mutagènics tot i que precisen d'activacions d'aquest tipus per tal de poder desenvolupar la seva acció sobre el material genètic<sup>6-10, 14</sup>.

Diversos estudis mostren que aquests compostos es troben principalment en aliments com ara els sucres i dolços, olis, greixos, llet i derivats làctics i en altres que han patit un procés de conservació de tipus fumat o bé es troben amb un excés de cocció, incrementant-se així, el contingut en benzo[a]pirè (BaP)<sup>12</sup>. El BaP ha estat classificat segons el RD 102/2011<sup>13</sup> relatiu a la qualitat de l'aire amb un límit d'1 ng/m<sup>3</sup> a la fracció particulada <10 µm (PM<sub>10</sub>), pels diversos efectes nocius ja esmentats que pot causar sobre la salut.

En funció dels diferents graus de volatilitat, pesos moleculars i les seves característiques semivolàtils, aquest grup de compostos poden ser determinats a la fracció gasosa i/o a la fracció particulada de l'aire<sup>14, 17, 18</sup>. Aquesta afinitat per trobar-se en cadascuna de les fraccions atmosfèriques es troba influenciada pel pes molecular de l'hidrocarbur i per tant també, pel nombre d'anells aromàtics que presenta a la seva estructura. Tot i que aquests contaminants atmosfèrics s'acostumen a trobar a distàncies poc allunyades del focus emissor, cal destacar que la capacitat que presenten per trobar-se adherits a la fracció particulada de l'aire provoca que, en alguns casos, aquests compostos puguin ser transportats a través de l'aire, arribant a llocs distanciat de la seva font emissora.

El Port de Tarragona es caracteritza per ser un indret on constantment s'hi desenvolupen activitats, com el transport rodat de diferents mercaderies, càrregues/descàrregues de productes a través de vaixells i, fins i tot, activitats pròpies de la zona industrial que presenta dins de les mateixes instal·lacions. És per aquest motiu que s'ha decidit estudiar l'atmosfera del Port de Tarragona.

## 2.2 Presa de mostra:



Figura 2. Localització de la Cabina HADA, punt de mostreig de PAHs

MARÇ						
Dilluns	Dimarts	Dimecres	Dijous	Divendres	Dissabte	Diumenge
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	31					

ABRIL						
Dilluns	Dimarts	Dimecres	Dijous	Divendres	Dissabte	Diumenge
						1
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30			

MAIG						
Dilluns	Dimarts	Dimecres	Dijous	Divendres	Dissabte	Diumenge
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31

JUNY						
Dilluns	Dimarts	Dimecres	Dijous	Divendres	Dissabte	Diumenge
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30					

JULIOL						
Dilluns	Dimarts	Dimecres	Dijous	Divendres	Dissabte	Diumenge
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	31		

AGOST						
Dilluns	Dimarts	Dimecres	Dijous	Divendres	Dissabte	Diumenge
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30
31						

El calendari de la figura 3 és el que s'ha seguit pel que fa a la presa de mostra. S'han marcat dos dies consecutius per un sol mostreig de 24 hores ja que els abarca tots dos.

S'han recollit per tant mostres mensuals des de març fins a agost de 2015, amb l'objectiu d'avaluar la diferència de resultats en èpoques fredes/càlides. Els mostrejos s'han realitzat emprant un captador d'alt volum d'aire en el qual s'ha col·locat un filtre durant 24h, amb un volum total aspirat d'aire d'uns 1800 m<sup>3</sup> aproximadament.

Ja que la universitat ha estat tancada pràcticament tot l'agost, algunes de les mostres encara no s'han pogut analitzar i resten al congelador. S'ha considerat important però, tenir informació de les dates mostrejades fins al moment per tal de veure que l'objectiu se segueix al peu de la lletra.

Figura 3. Calendari de mostreig de PAHs.

Prèviament a la presa de mostra, es va realitzar un calibratge per tal de saber el flux d'aire que passava a través del filtre. Les especificacions de les fórmules a utilitzar estaven adjuntes amb les instruccions d'utilització del motor (Brushless Motor, TE-117415, 220 Volt, TISCH). El calibratge es realitzava seguint el PNT que s'adjunta a l'Annex I. Tot i així s'adjunta una imatge per tal de veure les característiques del nostre calibratge en particular. S'observa que el coeficient de correlació és correcte tot i que es disposi de només tres punts, ja que calibratges d'aquest tipus compten amb rectes d'aquest estil.

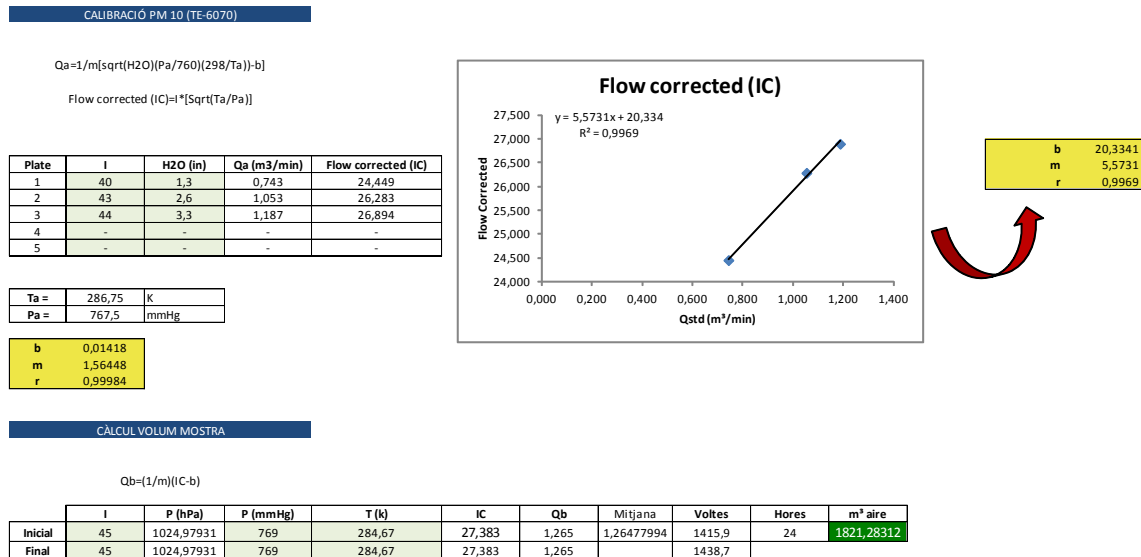


Figura 4. Calibratge del motor TE-17415



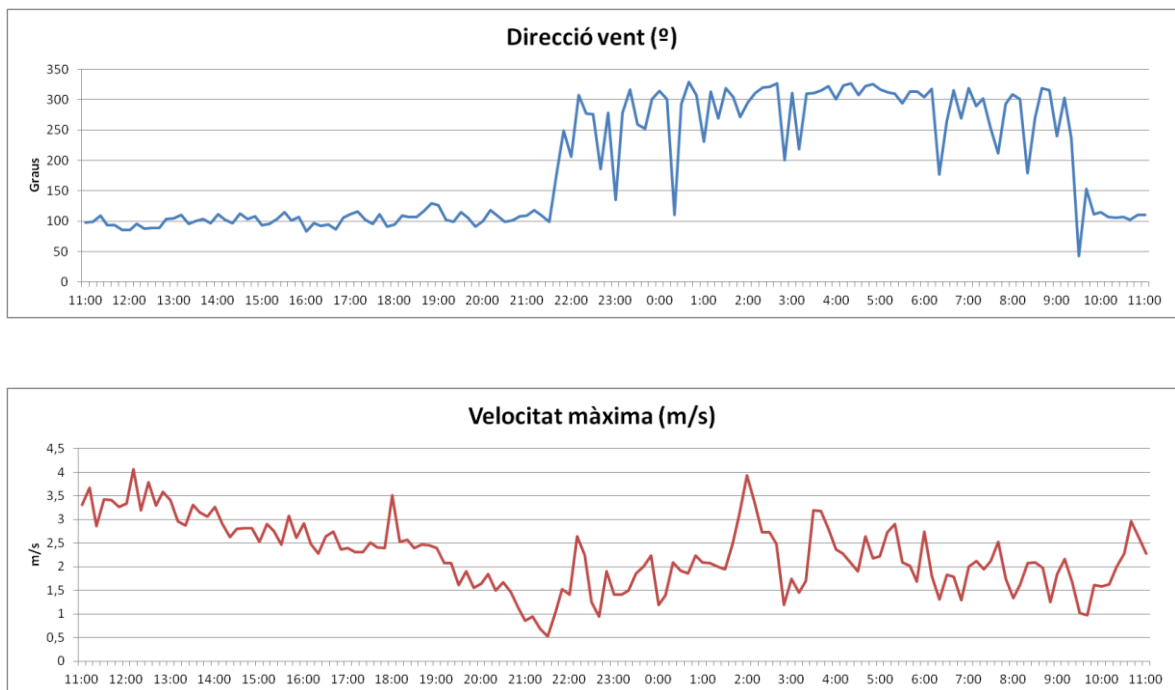
Aquest *Excel* ens permetia calcular el cabal real en m<sup>3</sup> tenint en compte la pressió, la temperatura i el cabal de cada dia de mostreig (caselles marcades amb verd clar). A la Figura 6 es mostra el disc controlador de cabal, el motor i el captador de gran volum utilitzat, juntament amb una imatge d'un filtre després d'un període de mostreig.



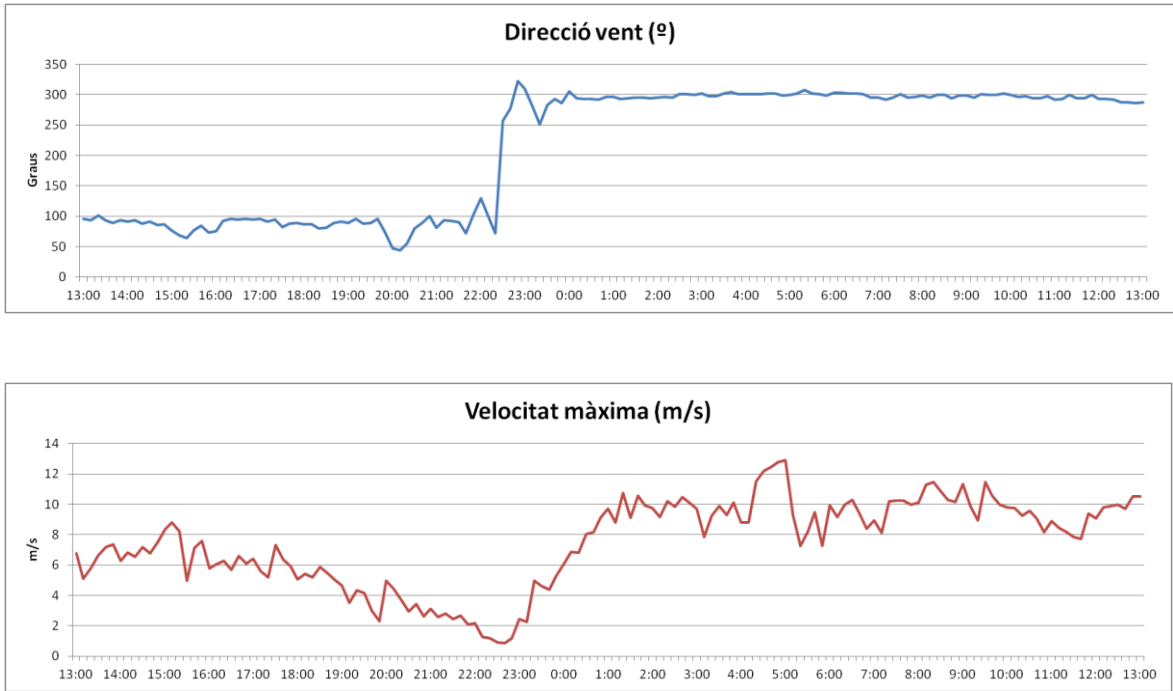
Figura 5. Equip de mostreig de matèria particulada PM<sub>10</sub>, disc i filtres emprats.

A continuació es presenten les gràfiques de les variables que es consideren més importants pel que fa a les condicions ambientals dels dies de mostreig, com són la velocitat i direcció del vent. A mode de recordatori, només comentar que les variables temperatura i pressió atmosfèrica es tenen en compte a l'hora de calcular el cabal, tal com s'ha explicat a la pàgina anterior. En aquest punt doncs, es discutirà sobre possibles causes de l'origen dels PAHs tenint en compte aquestes variables, amb l'objectiu marcat a final d'any de poder concloure d'on provenen, amb l'ajut de la figura 2.

Cal comentar que la direcció que presenten les gràfiques indica la procedència del vent, no la seva destinació. Els valors numèrics obtinguts de la direcció del vent són deuminutals i són la mitjana d'aquest període de temps, per tant, parlarem de direccions predominants durant els dies de mostreig. Havent explicat que les mesures indiquen procedència i tenint en compte la localització de la cabina HADA (figura 3), els valors que van de 250º a 45º són vents de procedència de la ciutat i la resta provinents de l'entorn portuari.



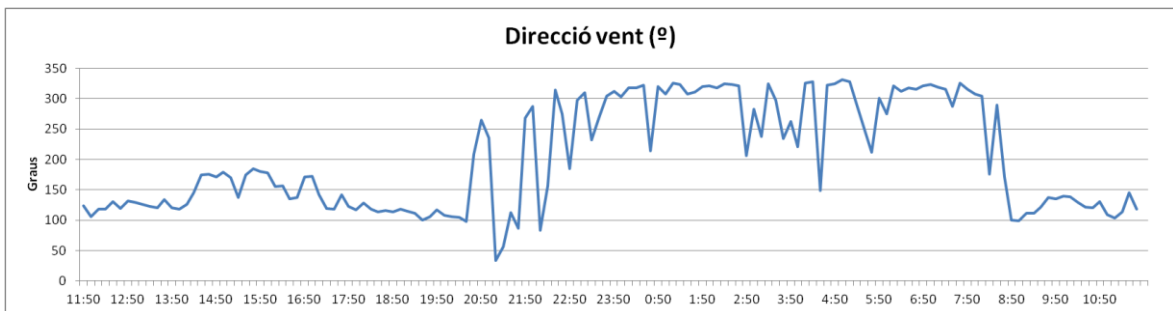
**Figura 6.** Direcció del vent i velocitat els dies 3 i 4 de març de 2015.



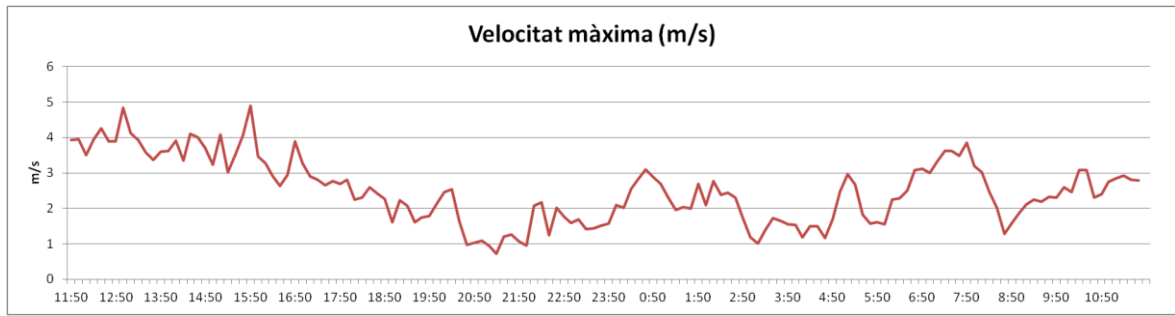
**Figura 7.** Direcció del vent i velocitat els dies 24 i 25 de març de 2015.

Tant el primer com el segon dia de mostreig, les direccions predominants varen ser de 100° i 300° ocupant aproximadament la meitat dels dies amb cada una de les direccions.

Com s'ha comentat, la direcció de 300° (ONO) implica que el vent prové de la ciutat, fet que provoca que, en cas que els resultats donin positius, no puguem dir amb certesa si la font d'emissió ve del Port o de la ciutat de Tarragona, ja que coincideixen les dues direccions en un sol mostreig. És per això que es necessiten un elevat nombre de mostrejos, per tal de poder anar descartant possibles punts d'emissions de PAHs. Pel que fa a la direcció de 100° (ESE), cal dir que prové del Moll d'Aragó, on s'opera majoritàriament amb productes agroalimentaris.

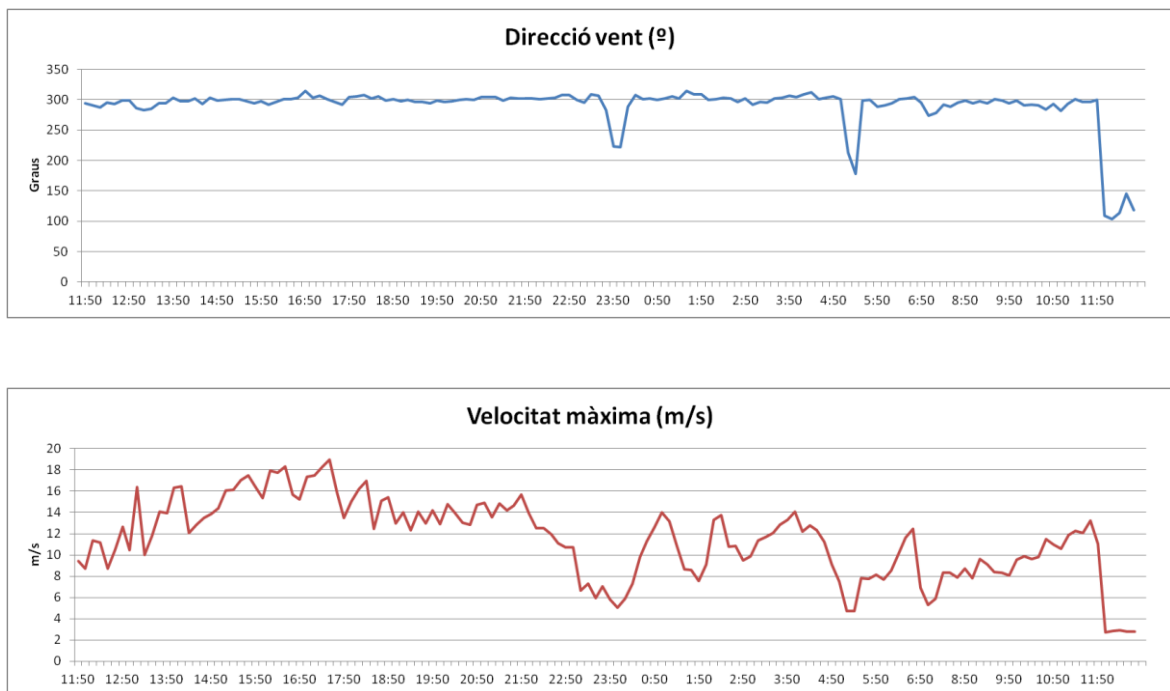


## Determinació de Contaminants Atmosfèrics al Port de Tarragona.



**Figura 8.** Direcció del vent i velocitat els dies 12 i 13 d'abril de 2015.

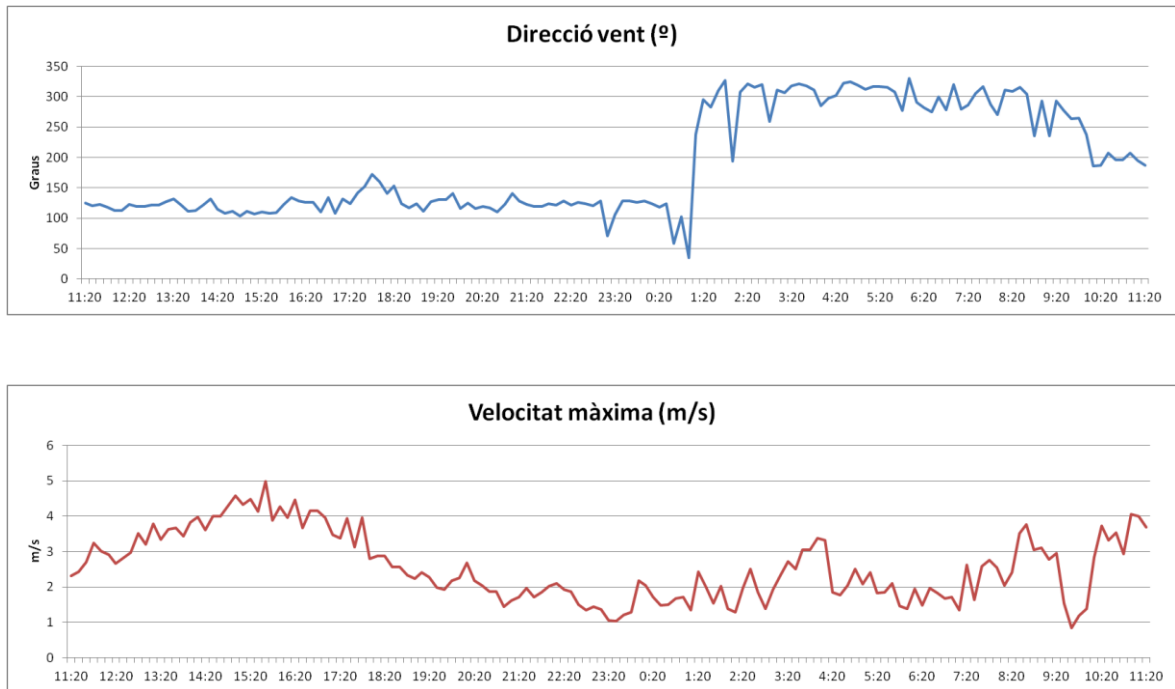
El tercer mostreig és el més complicat pel que fa a poder extreure'n alguna conclusió. S'observa que, dels cinc dies de mostreig, és el que presenta una direcció del vent més variable, oscil·lant dels 100º als 300º de manera aleatòria (contràriament als mostrejos 1 i 2) i, per tant, en cas que els resultats mostrin l'existència de PAHs, no es podria dir del cert la seva procedència.



**Figura 9.** Direcció del vent i velocitat els dies 27 i 28 d'abril de 2015.

Aquest cas és completament contrari a l'anterior i, juntament amb els mostrejos que resten pendents, es podria considerar dels més importants o dels que se'n pot extreure una de les conclusions principals del treball. La direcció del vent és de 300º (ONO), pràcticament constant durant tot el dia, amb l'excepció de tres pics deuminutals.

Aquest fet permetrà concloure, si els resultats són positius, que un dels punts d'emissió de PAHs és el polígon industrial Francolí. Per contra, si aquest dia els resultats són nuls o significativament menors dels altres dies de mostreig, significarà que quan el vent prové de la ciutat no es detecten PAHs al filtre de la matèria particulada. Aquest fet provocaria que el Port fos l'única font d'emissió, tenint en compte els dies de mostreig anteriors, en els quals teníem ambdues direccions (provinents de la ciutat i de l'entorn portuari) i es feia difícil identificar l'origen d'emissió.



**Figura 10.** Direcció del vent i velocitat els dies 12 i 13 de maig de 2015.

Tenint en compte que depenent dels resultats trobats en el mostreig 4 es podrà descartar com a font d'emissió de PAHs la direcció de 300º, observem que en aquest cas la direcció del vent durant mig dia ha estat d'uns 125º (ESE), fet que provoca com a únic possible punt d'emissió el moll d'Aragó, en cas que els resultats sortissin positius. Com ja s'ha comentat, aquest és un moll destinat als productes agroalimentaris i l'única font d'emissió de PAHs només podrien ser les operatives que es porten a terme amb les grues i culleres, així com la possible emissió d'aquest grup de compostos per part dels motors dels vaixells a causa de la combustió.

### 2.3 Mètode analític:

El mètode analític per a la determinació de PAHs consisteix en l'extracció d'aquests compostos de les partícules dels filtres PM<sub>10</sub> mitjançant una extracció amb líquids pressuritzats, anomenada PLE o ASE i la posterior determinació per cromatografia de gasos i espectrometria de masses.

L'anàlisi s'ha dut a terme mitjançant un equip d'extracció accelerada amb solvents (DIONEX, Sunnyvale, U.S.A.), tal com el que es mostra a continuació.



**Figura 11.** Accelerated Solvent Extractor.

Per realitzar l'extracció de la fase particulada, es trituren els filtres de PM<sub>10</sub> amb unes tisores netejades prèviament amb acetona i s'introdueixen juntament amb terra de diatomea dins d'una cel·la d'extracció de 22 ml. Com a solvent d'extracció, s'utilitza diclorometà de puresa de cromatografia de gasos. Les condicions d'extracció dels 18 PAHs s'especifiquen a la taula següent.

**Taula 2.** Condicions d'extracció dels filtres de PM<sub>10</sub>

---

Dissolvent	Diclorometà
Cel·les d'extracció	22 ml
Nombre de cicles	3 cicles
Temps de preescalfament	6 minuts
Temps estàtic	6 minuts
Temperatura d'extracció	120°C
Pressió d'extracció	1500 psi
Volum de neteja	100%
Temps de purga	120s



**Figura 12.** Rotavapor utilitzat.

Abans d'injectar la mostra, els extractes obtinguts de l'ASE es concentren en un rotavapor R-114 (Büchi, Flawil, Suïssa) amb l'ajut d'un bany de temperatura.

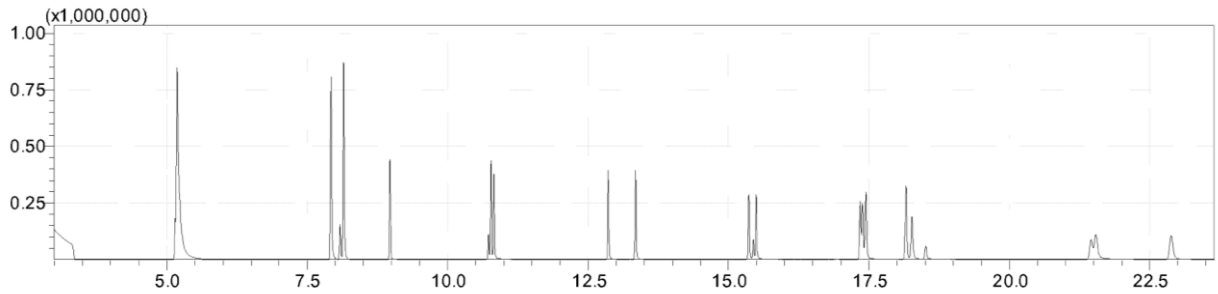
S'introdueix per tant tot l'extracte en un matràs de fons rodó, es passa el DCM necessari pel vial d'extracció per tal d'arrossegar algun possible compost i s'addiciona novament al matràs. Seguidament, s'afegeixen 400  $\mu\text{l}$  de dimetilformamida per tal d'evitar l'evaporació fins a sequedat i pèrdua dels compostos més volàtils.

Finalment, l'extracte del rotavapor s'introdueix en un matràs aforat d'1 ml, s'hi afegeix la quantitat necessària de PI per tal de tenir una concentració d'1  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$  (20  $\mu\text{l}$ ) i s'enrasa amb diclormetà.

La separació cromatogràfica dels PAHs es realitza amb un GC-MS QP2010 Ultra System (Shimadzu Corporation, Tokyo, Japan), amb quadrupol, com el que es mostra a la figura. S'utilitza una columna capil·lar ZB-50 (50% fenil, 50% dimetilpolisiloxà) de 30m x 0.25mm x 0.25 $\mu\text{m}$  (Phenomenex, Torrance, USA) i, com a gas portador, heli de 99.999% de puresa a un flux constant d'1.2  $\text{mL}\cdot\text{min}^{-1}$ . L'injector es manté a una temperatura constant de 300 $^{\circ}\text{C}$  i s'injecta 1  $\mu\text{l}$  de mostra sense divisió de flux. La programació de temperatura del forn s'inicia a 80 $^{\circ}\text{C}$ , s'incrementa a 15 $^{\circ}\text{C}\cdot\text{min}^{-1}$  fins a 320 $^{\circ}\text{C}$  i es manté a aquesta temperatura durant 13 minuts, amb un temps total d'anàlisi de 29 min.

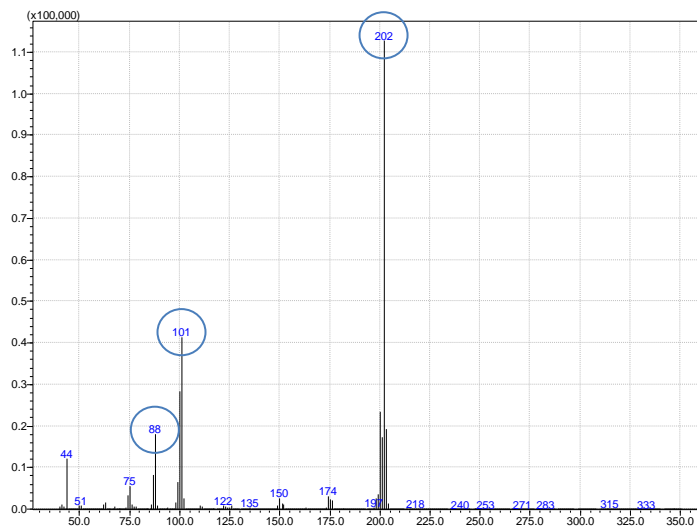


**Figura 13.** GC-MS QP2010 Ultra.



**Figura 14.** Cromatograma dels 18 PAHs que es determinen.

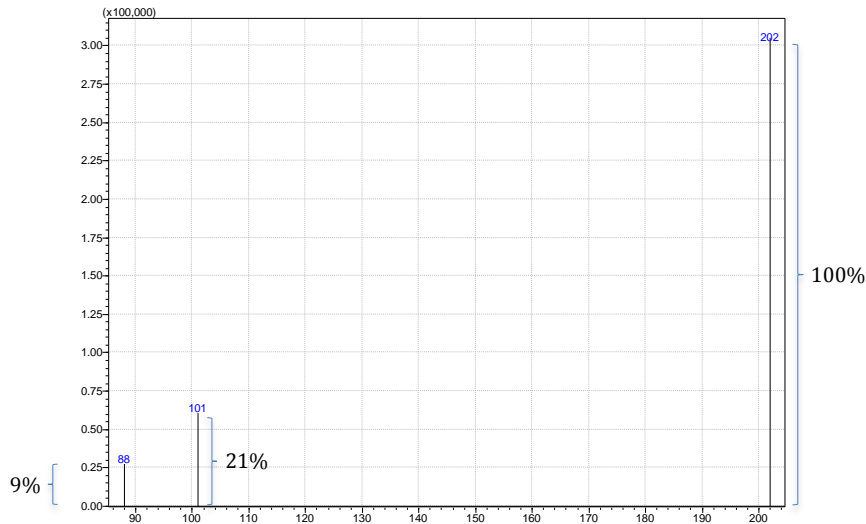
Primer de tot, es va punxar un patró al cromatògraf de 5 ppm en Full-Scan, per tal de saber els  $t_R$  de cada compost i els seus ions característics, així com les seves intensitats relatives, necessàries a l'hora d'identificar un compost i qualificar-lo.



**Figura 15.** Espectre del Pirè en Full-Scan.

Posteriorment, de cada compost es van seleccionar els tres pics amb més intensitat, utilitzant el pic més intens per quantificar i els dos següents per qualificar i poder dir amb seguretat, juntament amb el temps de retenció, que el compost en qüestió és verdaderament el que afirmem. Prenent com a mode d'exemple el Pirè, s'observa que els tres pics més intensos corresponen als que compleixen una  $m/z$  de 202, 101 i 88 respectivament.

Una vegada seleccionats els 3 ions característics per a cada compost, la quantificació es fa en mode SIM, metodologia que ens permet concentrar-nos només en els nostres ions d'interès i, per tant, augmentar la sensibilitat respecte la utilització de Full-Scan.



**Figura 16.** Espectre del Pirè en SIM.

Per fer-ho, s'integra l'àrea del pic corresponent a aquest compost i es confirma mitjançant les intensitats relatives dels ions qualificadors. Les intensitats relatives es calculen prenent com a 100% el pic més abundant dels 3 comentats. Les dades amb els temps de retenció i els ions utilitzats es mostren a la taula 3. En aquesta taula s'hi inclouen també els límits de detecció i límits de quantificació del mètode emprat (LQM i LDM), tenint en compte el volum de 1800 m<sup>3</sup> comentat anteriorment. Com es pot observar, aquests valors són suficientment baixos per poder determinar aquests compostos a concentracions molt més inferiors a la concentració màxima permesa per la legislació actual.

**Taula 3.** Dades característiques de cadascun dels PAHs determinats.

Compostos	tR (min)	Ió Quantificador	Ions Qualificadors		Instrument		Mètode	
					LOD <sup>a</sup>	LOQ <sup>a</sup>	LDM <sup>b</sup>	LQM <sup>b</sup>
1 Naftalè	5,213	<b>128</b>	102 (6)	64 (7)	0,0003	0,001	0,0004	0,001
2 Acenaftilè	7,931	<b>152</b>	126 (3)	76 (18)	0,0003	0,001	0,0004	0,001
3 Acenaftè	8,156	<b>154</b>	126 (5)	76 (28)	0,002	0,005	0,0019	0,006
4 Fluorè	8,978	<b>166</b>	139 (8)	83 (11)	0,002	0,005	0,002	0,006
5 Fenantrè	10,776	<b>178</b>	152 (5)	89 (18)	0,002	0,005	0,002	0,006
6 Antracè	10,829	<b>178</b>	152 (6)	89 (13)	0,002	0,005	0,002	0,006
7 Fluorantè	12,866	<b>202</b>	101 (13)	88 (6)	0,002	0,005	0,002	0,006
8 Pirè	13,356	<b>202</b>	101 (21)	88 (9)	0,002	0,005	0,002	0,006
9 Benzo(a)antracè	15,370	<b>228</b>	164 (7)	114 (15)	0,002	0,005	0,002	0,006
10 Crisè	15,501	<b>228</b>	200 (3)	114 (8)	0,003	0,01	0,004	0,013
11 Benzo(b)fluorantè	17,358	<b>252</b>	126 (23)	113 (8)	0,003	0,01	0,004	0,013
12 Benzo(k)fluorantè	17,402	<b>252</b>	126 (37)	113 (14)	0,003	0,01	0,004	0,013
13 Benzo(j)fluorantè	17,462	<b>252</b>	126 (35)	113 (15)	0,003	0,01	0,004	0,013
14 Benzo(e)pirè	18,180	<b>252</b>	126 (17)	113 (11)	0,003	0,01	0,004	0,013
15 Benzo(a)pirè	18,285	<b>252</b>	126 (36)	113 (17)	0,003	0,01	0,004	0,013
16 Ideno(1,2,3-cd)pirè	21,570	<b>276</b>	138 (28)	125 (6)	0,006	0,02	0,008	0,025
17 Dibenzo(a,h)antracè	21,489	<b>278</b>	139 (24)	125 (7)	0,006	0,02	0,008	0,025
18 Benzo(g,h,i)perilè	22,926	<b>276</b>	138 (38)	125 (6)	0,006	0,02	0,008	0,025

<sup>a</sup> ng

<sup>b</sup> ng/m<sup>3</sup>

A la següent taula es descriuen les finestres d'adquisició d'ions emprades. La velocitat d'adquisició va ser de 3 escombratges per segon i les temperatures, de 280°C a la línia de transferència, 230 °C a la font d'ions i 150 °C al quadrupol. S'ha marcat amb negreta els ions corresponents als compostos deuterats, utilitzats com a patró intern.

**Taula 4.** Taula d'adquisició d'ions emprada en el GC-MS.

Grup	Start time	Ions	Nom
1	3,0	64, <b>68</b> ,102, <b>108</b> ,128, <b>136</b>	<b>D<sub>8</sub>-naftalè</b> , Naftalè
2	7,0	<b>66</b> ,76, <b>80</b> ,126,152,154, <b>164</b>	<b>D<sub>10</sub>-acenaftè</b> , Acenaftilè, Acenaftè
3	8,5	83,139,166	Fluorè
4	10,0	<b>80</b> ,89, <b>94</b> ,152,178, <b>188</b>	<b>D<sub>10</sub>-fenantrè</b> , Fenantrè, Antracè
5	12,0	88,101,202	Fluorantè, Pirè
6	14,0	<b>106</b> ,114, <b>120</b> ,164,200,228, <b>240</b>	<b>D<sub>12</sub>-crisè</b> , Benzo(a)antracè, Crisè
7	17,0	112,113, <b>118</b> ,126, <b>132</b> ,252, <b>264</b>	Benzo(b)fluorantè, Benzo(j)fluorantè, Benzo(k)fluorantè, Benzo(e)pirè, Benzo(a)pirè, <b>D<sub>12</sub>-perilè</b>
8	20,0	125,138,139,276,278	Indeno(1,2,3-cd)pirè, Dibenzo(ah)antracè, Benzo(ghi)perilè

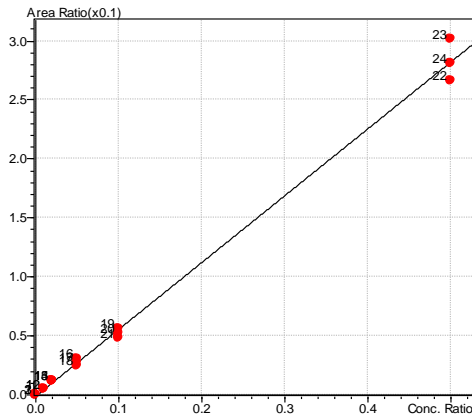
S'utilitzen 5 patrons interns, amb similar comportament analític que els compostos d'interès: el d<sub>8</sub>-naftalè pel naftalè, el d<sub>10</sub>-acenaftè per l'acenaftilè, l'acenaftè i el fluorè, el d<sub>10</sub>-fenantrè pel fenantrè, l'antracè, el fluorantè i el pirè, el d<sub>12</sub>-crisè pel benzo(a)antracè, el crisè, el benzo(b)fluorantè, el benzo(j)fluorantè, el benzo(k)fluorantè, el benzo(e)pirè, el benzo(a)pirè i el d<sub>12</sub>-perilè per l'indeno(1,2,3-cd)pirè, el dibenzo(a,h)antracè i el benzo(g,h,i)perilè.

Per tal de realitzar el calibratge, es preparen solucions mare de 2000 mg·L<sup>-1</sup> de cada un dels 18 PAHs i dels 5 patrons interns que s'utilitzen per preparar una solució de treball de 100 mg·L<sup>-1</sup> dels 18 PAHs, i una altra solució de 50 mg·L<sup>-1</sup> dels 5 patrons interns.

Per fer les rectes de calibratge, es preparen a partir de la solució mare de 100 mg·L<sup>-1</sup> dels 18 PAHs, tres solucions intermèdies de 10 mg·L<sup>-1</sup>, 1 mg·L<sup>-1</sup>, i 0,1 mg·L<sup>-1</sup> per tal de poder treballar amb volums grans. A partir d'aquestes solucions, es preparen 10 patrons de diferents concentracions entre 0.001 i 10 mg·L<sup>-1</sup>, a les quals s'addiciona la quantitat de solució de PI de 50 mg·L<sup>-1</sup> necessària per tal d'obtenir una concentració d'1 mg·L<sup>-1</sup> en tots els nivells de calibratge. Totes les solucions patró esmentades es preparen en hexà i es guarden a una temperatura de 4°C, en flascons de vidre àmbar amb tap roscat de tefló i es segellen amb parafilm per tal d'evitar l'evaporació del dissolvent.

$$Y=1,287674X + 6,092436 \cdot 10^{-4}$$

$$R^2 = 0,99992$$



**Figura 17.** Recta de calibratge del Naftalè.

Per eliminar la variabilitat de l'instrument, es va injectar tres vegades cada patró, aconseguint una recta amb cada nivell per triplicat.

Es va decidir afegir el punt (0,0), ja que, teòricament, en el cas d'injectar una mostra que no tingués analit, hauria de donar zero. És per això que, a part del coeficient de correlació, també es va tenir en compte l'ordenada a l'origen a l'hora d'avaluar les rectes, procurant que fos el més propera a zero possible.

Un cop es van tenir les 18 rectes, es va procedir a la validació del mètode mitjançant un material certificat de referència (CRM). Per fer-ho, es va seguir el mateix procediment descrit anteriorment amb una repetibilitat de  $n=3$ . Es van preparar, per tant, 3 mostres a partir del material comentat i cada una d'elles es va punxar per triplicat. A la taula 5 es poden veure els resultats obtinguts.

## 2.5 Resultats:

**Taula 6.** Resultats de les concentracions de PAHs en  $\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$  els diferents dies de mostreig.

Compost	03/03/15	24/03/15	13/04/15	24/04/15	12/05/15	29/06/15	06/07/15
Naftalè	0,054	0,108	0,078	0,011	0,015	0,046	0,009
Acenaftilè	n.d.	0,011	0,060	0,008	0,007	0,018	0,007
Acenaftè	n.d.	0,005	0,072	0,010	0,006	0,020	0,006
Fluorè	n.d.	<LQM	0,068	0,010	0,009	0,025	0,014
Fenantrè	0,156	0,043	0,165	0,027	0,053	0,079	0,032
Antracè	n.d.	0,017	0,041	<LQM	<LQM	0,022	0,010
Fluorantè	n.d.	0,020	0,105	0,018	0,032	0,044	0,047
Pirè	n.d.	0,024	0,094	0,015	0,033	0,043	0,049
Benzo(a)antracè	<LQM	0,008	0,043	0,007	0,011	0,026	0,061
Crisè	0,296	0,035	0,145	0,026	0,051	0,098	0,130
Benzo(b)fluorantè	0,492	0,040	0,081	0,020	0,035	0,035	0,134
Benzo(k)fluorantè	<LQM	0,020	0,056	<LQM	0,014	0,035	0,051
Benzo(j)fluorantè	<LQM	0,015	0,048	<LQM	<LQM	0,038	0,049
Benzo(e)pirè	<LQM	0,027	0,066	0,014	0,030	0,039	0,056
Benzo(a)pirè	<LQM	0,017	0,056	<LQM	0,020	0,047	0,093
Ideno(1,2,3-cd)pirè	<LQM	0,020	0,072	<LQM	0,017	0,064	0,148
Dibenzo(a,h)antracè	0,344	<LQM	0,049	n.d.	n.d.	0,096	0,044
Benzo(g,h,i)perilè	0,256	0,031	0,085	0,016	0,034	0,090	0,118

## 2.4 Validació del mètode.

### Determinació de Contaminants Atmosfèrics al Port de Tarragona.

**Taula 5.** Validació del mètode utilitzant material de referència certificat.

Mostra 1 <b>0,0001095 Kg</b>						Mostra 2 <b>0,0001105 Kg</b>					
Compost	Injecció 1 (ng)	Injecció 2 (ng)	Injecció 3 (ng)	Mitjana (ng)	Concentració (mg/Kg)	Compost	Injecció 1 (ng)	Injecció 2 (ng)	Injecció 3 (ng)	Mitjana (ng)	Concentració (mg/Kg)
Naftalè	0,057	0,056	0,058	0,057	0,521	Naftalè	0,051	0,051	0,053	0,052	0,468
Acenaftilè	0,024	0,030	0,034	0,029	0,268	Acenaftilè	0,028	0,029	0,031	0,029	0,265
Acenaftè	0,008	0,010	0,011	0,010	0,088	Acenaftè	0,007	0,008	0,008	0,008	0,069
Fluorè	0,019	0,023	0,023	0,022	0,198	Fluorè	0,021	0,022	0,023	0,022	0,199
Fenantrè	0,276	0,280	0,277	0,278	2,536	Fenantrè	0,263	0,263	0,262	0,263	2,377
Antracè	0,049	0,049	0,049	0,049	0,447	Antracè	0,044	0,045	0,044	0,044	0,401
Fluorantè	0,489	0,514	0,529	0,511	4,664	Fluorantè	0,480	0,462	0,481	0,474	4,293
Pirè	0,466	0,497	0,514	0,492	4,496	Pirè	0,470	0,450	0,468	0,463	4,187
Benzo(a)antracè	0,114	0,119	0,121	0,118	1,078	Benzo(a)antracè	0,097	0,104	0,098	0,100	0,902
Crisè	0,272	0,268	0,266	0,269	2,454	Crisè	0,252	0,248	0,247	0,249	2,253
Benzo(b)fluorantè	0,197	0,184	0,181	0,187	1,711	Benzo(b)fluorantè	0,163	0,182	0,158	0,168	1,517
Benzo(j)fluorantè	0,090	0,091	0,08	0,087	0,795	Benzo(j)fluorantè	0,071	0,080	0,071	0,074	0,670
Benzo(K)fluorantè	0,064	0,058	0,056	0,059	0,542	Benzo(K)fluorantè	0,051	0,057	0,050	0,053	0,477
Benzo(e)pirè	0,110	0,104	0,098	0,104	0,950	Benzo(e)pirè	0,089	0,098	0,086	0,091	0,824
Benzo(a)pirè	0,098	0,091	0,086	0,092	0,837	Benzo(a)pirè	0,075	0,088	0,074	0,079	0,715
Indeno(1,2,3-cd)pirè	0,137	0,136	0,136	0,136	1,245	Indeno(1,2,3-cd)pirè	0,116	0,129	0,118	0,121	1,095
Dibenzo(a,h)antracè	0,025	0,021	0,017	0,021	0,192	Dibenzo(a,h)antracè	0,018	0,022	0,014	0,018	0,163
Benzo(g,h,i)perilè	0,244	0,229	0,219	0,231	2,107	Benzo(g,h,i)perilè	0,191	0,207	0,191	0,196	1,777

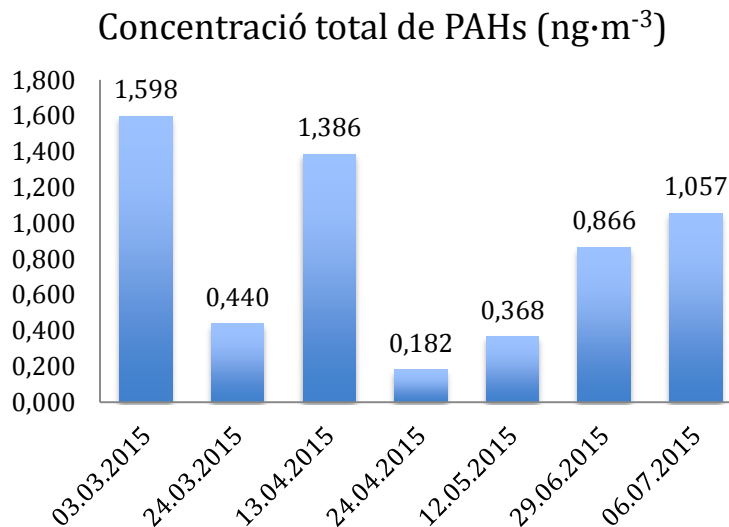
Mostra 3 <b>0,0001103 Kg</b>					
Compost	Injecció 1 (ng)	Injecció 2 (ng)	Injecció 3 (ng)	Mitjana (ng)	Concentració (mg/Kg)
Naftalè	0,061	0,061	0,061	0,061	0,553
Acenaftilè	0,038	0,040	0,039	0,039	0,354
Acenaftè	0,010	0,010	0,010	0,010	0,091
Fluorè	0,025	0,025	0,026	0,025	0,230
Fenantrè	0,291	0,290	0,289	0,290	2,629
Antracè	0,051	0,051	0,052	0,051	0,465
Fluorantè	0,529	0,528	0,539	0,532	4,823
Pirè	0,508	0,531	0,522	0,520	4,717
Benzo(a)antracè	0,096	0,111	0,107	0,105	0,949
Crisè	0,281	0,278	0,276	0,278	2,523
Benzo(b)fluorantè	0,18	0,176	0,169	0,175	1,587
Benzo(j)fluorantè	0,076	0,078	0,083	0,079	0,716
Benzo(K)fluorantè	0,055	0,055	0,053	0,054	0,493
Benzo(e)pirè	0,096	0,095	0,092	0,094	0,855
Benzo(a)pirè	0,082	0,076	0,075	0,078	0,704
Indeno(1,2,3-cd)pirè	0,134	0,131	0,133	0,133	1,203
Dibenzo(a,h)antracè	0,013	0,018	0,019	0,017	0,151
Benzo(g,h,i)perilè	0,205	0,208	0,212	0,208	1,889

Compost	Concentració (mg/Kg)	Desviació	Concentració CRM (mg/Kg)
Naftalè	0,514	0,043	
Acenaftilè	0,296	0,050	
Acenaftè	0,083	0,012	
Fluorè	0,209	0,018	
Fenantrè	2,514	0,127	
Antracè	0,438	0,033	
Fluorantè	4,593	0,272	
Pirè	4,467	0,266	
Benzo(a)antracè	0,976	0,091	0,91 ± 0,07
Crisè	2,410	0,140	
Benzo(b)fluorantè	1,605	0,098	1,42 ± 0,14
Benzo(j)fluorantè	0,727	0,063	0,75 ± 0,14
Benzo(K)fluorantè	0,504	0,034	0,67 ± 0,06
Benzo(e)pirè	0,876	0,066	
Benzo(a)pirè	0,752	0,074	0,72 ± 0,05
Indeno(1,2,3-cd)pirè	1,181	0,077	1,07 ± 0,1
Dibenzo(a,h)antracè	0,169	0,021	0,18 ± 0,04
Benzo(g,h,i)perilè	1,924	0,168	

Es pot observar que la majoria de compostos apareixen a concentracions molt baixes, arribant en molts pocs casos a  $0,1 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ . Tan sols el naftalè, el fenantrè, el crisè, el benzo(b)fluorantè i el benzo(g,h,i)perilè s'han pogut quantificar en totes les mostres. Pel que fa al benzo(a)pirè, que és el PAH que està regulat, en dues de les set mostres es troba per sota del límit de quantificació i a les altres presenta valors de concentració molt baixos. La seva regulació indica que no es pot excedir l'emissió per sobre d' $1 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ .

En la representació gràfica de les concentracions totals de PAHs, es pot veure que la concentració total de PAHs és baixa en totes les mostres, prenent com a valor màxim  $1,598 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ . Tot i així, els resultats presentats demostren la presència de determinats PAHs a la fracció particulada de l'aire del Port de Tarragona, fet que evidencia la importància de controlar els nivells d'aquests contaminants atmosfèrics en aquesta zona.



**Figura 18.** Representació de la concentració total de PAHs en les mostres del 2015.

En un inici, es va plantejar la hipòtesi que a causa de la inversió tèrmica produïda a l'hivern, les concentracions d'aquesta família de compostos serien majors en aquest període. Les primeres mostres però es van prendre el mes de març, amb temperatures mitjanes diàries en els dos primers dies de mostreig de  $12,23^{\circ}\text{C}$  i  $11,52^{\circ}\text{C}$  respectivament. A causa que les mostres només han estat preses a la primavera i a l'estiu, el gràfic presentat encara no adopta la corba característica de la inversió tèrmica. Resten pendents, fins a febrer de 2016, les anàlisis corresponents als mesos que falten de mostreig i, per tant, no es podrà concloure fins a aquesta data que la concentració de PAHs a l'atmosfera del Port de Tarragona és major en èpoques fredes.

### 3. Compostos Orgànics Volàtils:

#### 3.1 Introducció:

Els compostos orgànics volàtils (VOCs) consisteixen en milers de compostos orgànics (parafines, olefines, hidrocarburs aromàtics, molècules que contenen oxigen, nitrogen, halògens) i es caracteritzen pel seu baix punt d'ebullició, elevades pressions de vapor i per ser capaços d'experimentar reaccions fotoquímiques, com més endavant es veuran alguns casos classificats com a precursors de l'ozó<sup>21, 25</sup>.

Ja que aquests compostos són àmpliament utilitzats en diferents àmbits com pintures, adhesius, dissolvents, perfums i en altres productes de consum, es poden trobar constantment presents al medi ambient, ja sigui en aigües, sòls o l'atmosfera. La major font antropogènica d'emissió de VOCs prové de la producció i ús de combustibles fòssils com el petroli (40%), seguit de la combustió de la biomassa (25%). Cal destacar que els processos industrials cobreixen el 16% de les seves emissions<sup>23</sup>.

Quan aquests compostos es troben presents a l'atmosfera, pateixen reaccions químiques que poden causar-ne la degradació o la formació de nous VOCs. Depenent de les condicions atmosfèriques i de la reactivitat de cada compost, el temps de vida dels VOCs a l'atmosfera pot oscil·lar des d'hores fins a milers d'anys<sup>23</sup>. Tot i això, l'únic compost que es troba regulat pel RD 102/2011, amb un màxim de  $5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  en un any civil, és el benzè<sup>13</sup>.

Pel que fa als efectes mediambientals, el més important és la formació d'ozó troposfèric i aerosols orgànics secundaris (SOA). Aquest ozó troposfèric és format per l'oxidació dels compostos orgànics amb la presència de  $\text{NO}_x$  i la llum i és considerat la principal causa de la formació de l'*smog fotoquímic*. Centrant-nos en els efectes que poden provocar sobre la salut, cal dir que alguns dels 90 compostos determinats es troben classificats com a cancerígens com són el benzè, el clorur de vinil, el formaldehid i l'1,3-butadiè<sup>20</sup>.

Per les característiques fisicoquímiques que presenten aquests contaminants atmosfèrics i els nivells de concentració que acostumen a trobar-se al medi atmosfèric (entre els  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  i els  $\text{ng}/\text{m}^3$ ), cal emprar mètodes de mostreig i tècniques instrumentals d'elevada sensibilitat per tal de poder determinar-los<sup>22</sup>.

### 3.2 Presa de mostra:

Es van seleccionar 6 punts distribuïts al llarg del Port de Tarragona per al mostreig d'aquesta família de compostos. Aquests punts corresponen al Moll de Cantàbria (1), al Parc de Bombers (2), a la Cabina de Medi Ambient (3), al Pàrquing de la Química (4), a l'Esplanada d'Hidrocarburs (5) i al Far de la Banya (6). Els punts esmentats es troben representats a la figura 20.

Com es pot observar, els punt 1, 2 i 3 formen una frontera pel que fa a la limitació del Port. Són punts estratègics de mostreig que, examinant la direcció del vent, ens permeten saber del cert si els valors trobats en aquests punts provenen del Port, de la ciutat de Tarragona, de la Pineda o d'algun polígon industrial. A més a més, el punt 3 és un punt de mostreig de 24 hores i, per tant, hi és necessari corrent elèctric. És per això que s'ha cregut convenient mantenir la localització als mostrejors puntuals per després tenir resultats comparables.

Els punts 4 i 5 es troben localitzats al costat dels tancs d'emmagatzematge de *TEPSA* i de *TERQUIMSA*, dues empreses del sector químic. El motiu de la seva localització és comprovar si existeixen emissions d'alguns compostos per respiració dels tancs i si els *scrubbers* dels dipòsits d'emmagatzematge funcionen correctament. Finalment, el punt 6, situat al Far de la Banya, s'ha elegit per tal de tenir la mateixa matriu que en les altres mostres i prenent com a hipòtesi que hauria de ser un blanc.

JUNY						
Dilluns	Dimarts	Dimecres	Dijous	Divendres	Dissabte	Diumenge
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30					

JULIOL						
Dilluns	Dimarts	Dimecres	Dijous	Divendres	Dissabte	Diumenge
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	1		

AGOST						
Dilluns	Dimarts	Dimecres	Dijous	Divendres	Dissabte	Diumenge
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30
31						

Com s'ha comentat a la introducció, el conveni correspon a un any de contracte entre el Port i la URV. L'objectiu és prendre mostres d'aquesta família de compostos durant tot l'any i, igual que els PAHs, observar diferències entre èpoques càlides/fredes. Ja que el TFG comprèn pocs mesos, per ara només es disposen de resultats de VOCs dels mesos de juny, juliol i agost. Resten pendents fins a febrer de 2016 les anàlisis comentades. A l'esquerra es pot veure una taula amb les dates en què s'ha mostrejat.

**Figura 19.** Calendari de mostreig de VOCs.

Determinació de Contaminants Atmosfèrics al Port de Tarragona.



Figura 20. Ubicació dels punts de mostreig de VOCs.



Figura 21. Localització de les terminals del Port de Tarragona.

Els tubs que es van fer servir pel mostreig i l'anàlisi TD-GC-MS van ser d'acer inoxidable, de 89 mm de llarg  $\times$  6.4 mm de diàmetre extern. Els tubs estaven farcits d'un llit adsorbent d'aproximadament 350 mg de Tenax TA/Carbograph 1TD (Markes International Limited)<sup>10</sup>.

Abans del primer ús, els tubs van ser condicionats tèrmicament (2 hores a 280°C, seguides de 4 hores a 335°C) amb un flux de nitrogen de 100 mL·min<sup>-1</sup>, calibrat amb un fluxòmetre ADM d'Agilent Technologies (Palo Alto, Estats Units d'Amèrica). Abans de cada mostreig, els tubs també van ser netejats tèrmicament durant 300 minuts amb el mateix flux de nitrogen. Un cop condicionats, es van segellar amb taps de Brass, amb unes ferrules de PTFE, i es van guardar en pots de vidre hermètics amb material dessecant per tal de prevenir qualsevol possible contaminació ambiental dels adsorbents presents dins del tub.

Per tal de dur a terme el mostreig actiu, es va fer ús d'una bomba de flux baix ACTI-VOC comprada a Markes International, especial per a mostrejament VOCs sobre els adsorbents dels tubs de desorció tèrmica. Els mostrejaments van ser de 24 minuts a un cabal d'aspiració de la bomba de 50 mL·min<sup>-1</sup>, preconcentrant així 1.2 L d'aire.



**Figura 22.** Material utilitzat per la presa de mostra de VOCs.

Un cop presa la mostra, els tubs es van tancar hermèticament amb taps Brass i van ser guardats a la nevera per la seva posterior anàlisi, a 4°C, sense excedir mai la setmana d'emmagatzematge. La majoria de dies però, una vegada acabat el mostreig a l'entorn portuari, es portaven els tubs a la universitat i s'anàlitzaven immediatament.

### 3.3 Mètode analític (TD-GC-MS)<sup>22</sup>:

Els patrons d'aquests 90 compostos inclouen dues barreges comercials de VOCs de 2000 mg·L<sup>-1</sup> en metanol (SS 502/524 Volatile Organics Calibration Mix i EPA 524.2 Revision 4 Mix de Supelco, Bellfonte, USA) i solucions mare individuals de i-pentà, 1-pentè, 2-pentè (barreja cis/trans), isoprè, i-hexè, n-hexà, i-octà, n-heptà, n-octà, 1,4-Dioxà (Sigma-Aldrich, Steinheim, Alemanya), 2-etiltoluè, 3-etiltoluè, 4-etiltoluè, 1,2-dietilbenzè, 1,3-dietilbenzè, 1,4-dietilbenzè (Fluka, Buchs, Suïssa), 1-metilnaftalè i 2-metilnaftalè (Riedel-deHaën, Seelze, Alemanya) a concentracions de 2000 mg·L<sup>-1</sup> cadascun. Es van guardar a la nevera a 4°C en vials capil·lars de 10 mL Certan distribuïts per Supelco. La puresa mínima de tots aquests patrons va ser del 98%. Tots els patrons individuals es van diluir en metanol especial per a cromatografia de gasos amb una puresa major al 99.9%.

Per al treball al laboratori es va preparar setmanalment una solució de 100 mg·L<sup>-1</sup> que s'ha emmagatzemat a 4°C. Les dilucions es van preparar el mateix dia que s'havien d'analitzar i totes es van guardar a 4°C en vials d'injecció de 1.8 mL i tapats amb Parafilm.

El nitrogen que es va fer servir per a l'acondicionament dels adsorbents dels tubs per a la desorció tèrmica va ser del 99.999% de puresa, igual que l'heli que es va utilitzar per l'anàlisi cromatogràfic i pel calibratge. El corrent d'heli, que es feia passar mentre s'injectava el volum de solució patró, va ser de 100 mL min<sup>-1</sup>, mantenint-se durant cinc minuts per tal d'evaporar tot el solvent i assegurar-se que la retenció dels anàlits en el sorbent havia estat òptima.



**Figura 23.** Sistema per introduir patrons

A la taula 7 s'especifiquen els 90 compostos determinats amb els ions qualificadors i quantificadors, així com també els límits de detecció i quantificació del mètode. Els valors són determinats tenint en compte un mostreig puntual de 1,2 litres d'aire.

Determinació de Contaminants Atmosfèrics al Port de Tarragona.

Taula 7. Dades característiques de cadascun dels VOCs determinats.

Núm.	Compost	t <sub>R</sub>	ió quant.	ió qual. 1	ió qual. 2	ió qual. 3	LOD (ng)	LOQ (ng)	Int. Lineal. (ng)	Lineal. (r <sup>2</sup> )	Repe(%RSD)	Repro(%RSD)	MDL (µg·m <sup>-3</sup> )	MQL (µg·m <sup>-3</sup> )
1	i-Pentà	5,50	41 (100%)	43 (105%)	42 (89%)	57 (89%)	0,1	0,5	0.5 - 25	0,9979	11	29	0,08	0,42
2	1-Pentè	5,75	55 (100%)	70 (75%)	41 (55%)		0,25	1	1 - 100	0,9952	24	29	0,21	0,83
3	n-Pentà	5,89	43 (100%)	42 (59%)	41 (51%)	57 (20%)	0,005	1	1 - 100	0,9954	11	32	0,004	0,83
4	Éter d'etil	5,98	59 (100%)	74 (80%)	45 (57%)		0,1	0,5	0.5 - 25	0,9967	3	19	0,08	0,42
5	2-trans-Pentè	6,05	55 (100%)	70 (50%)	42 (27%)	39 (27%)	0,1	0,25	0.25 - 25	0,9997	6	36	0,08	0,21
6	Isoprè	6,10	67 (100%)	68 (68%)	53 (55%)	40 (20%)	0,05	0,1	0.1 - 5	0,9970	8	47	0,04	0,08
7	2-cis-Pentè	6,20	55 (100%)	70 (53%)	42 (29%)	39 (26%)	0,5	1	1 - 10	0,9988	4	22	0,42	0,83
8	1,1-Dicloretilè	6,31	61 (100%)	96 (89%)	40 (67%)	98 (66%)	0,1	0,25	0.25 - 5	0,9986	4	15	0,08	0,21
9	Acronitril	6,35	53 (100%)	52 (84%)	51 (37%)		0,01	0,1	0.1 - 10	0,9983	5	10	0,008	0,08
10	Clorur d'alil	6,60	41 (100%)	39 (77%)	76 (58%)	78 (16%)	0,005	0,5	0.5 - 25	0,9973	6	15	0,004	0,42
11	Disulfur de carboni	6,83	76 (100%)	44 (11%)	78 (11%)		0,1	0,25	0.25 - 25	0,9990	20	34	0,08	0,21
12	trans-1,2-Dicloretilè	7,32	61 (100%)	96 (96%)	98 (70%)	60 (50%)	0,1	0,25	0.25 - 5	0,9993	4	13	0,08	0,21
13	Metil-tert-butil éter	7,39	73 (100%)	43 (27%)	57 (18%)	41 (16%)	0,1	0,5	0.5 - 50	0,9939	18	17	0,08	0,42
14	Propionitril	7,60	54 (100%)	52 (21%)	51 (15%)	55 (15%)	0,01	0,1	0.1 - 5	0,9996	5	7	0,008	0,08
15	1,1-Dicloretà	7,69	63 (100%)	65 (36%)	83 (20%)	85 (10%)	0,1	0,25	0.25 - 5	0,9979	4	11	0,08	0,21
16	1-Hexè	8,00	56 (100%)	41 (91%)	55 (67%)		0,5	1	1 - 100	0,9974	6	18	0,42	0,83
17	n-Hexà	8,24	57 (100%)	43 (55%)	56 (51%)	42 (29%)	0,5	2,5	2.5 - 100	0,9995	50	35	0,42	2,08
18	Metacilonitril	8,26	67 (100%)	52 (51%)	40 (42%)	66 (37%)	0,1	0,25	0.25 - 5	0,9996	3	8	0,08	0,21
19	cis-1,2-Dicloretilè	8,56	96 (100%)	61 (96%)	98 (64%)	63 (34%)	0,1	0,25	0.25 - 5	0,9999	4	9	0,08	0,21
20	Acilat de metil	8,70	55 (100%)	85 (26%)	58 (10%)	42 (10%)	0,1	0,25	0.25 - 5	0,9984	6	7	0,08	0,21
21	2,2-Diclorpropà	8,80	77 (100%)	79 (35%)	97 (23%)		0,25	0,5	0.5 - 10	0,9981	12	11	0,21	0,42
22	Cloroform	8,85	83 (100%)	85 (65%)	87 (10%)		0,005	0,1	0.1 - 5	0,9997	5	8	0,004	0,08
23	Bromclorometà	8,86	130 (100%)	128 (76%)	93 (29%)		0,005	0,25	0.25 - 5	0,9990	5	10	0,004	0,21
24	Tetrahidrofurà	9,22	42 (100%)	71 (60%)	72 (60%)	41 (56%)	0,005	0,25	0.25 - 5	0,9984	3	7	0,004	0,21
25	1,1,1-Tricloretà	9,87	97 (100%)	99 (65%)	61 (31%)	119 (17%)	0,1	0,25	0.25 - 10	0,9996	5	11	0,08	0,21
26	1,2-Dicloretà	9,94	62 (100%)	64 (35%)	49 (23%)	63 (18%)	0,1	0,25	0.25 - 5	0,9995	4	21	0,08	0,21
27	Clorur de butil	9,94	56 (100%)	41 (47%)	43 (19%)	39 (12%)	0,005	0,25	0.25 - 25	0,9999	4	15	0,004	0,21
28	1,1-Diclorpropilè	10,21	75 (100%)	110 (46%)	39 (36%)	112 (31%)	0,1	0,25	0.25 - 5	0,9996	4	9	0,08	0,21
29	Benzè	10,47	78 (100%)	77 (22%)	51 (13%)	52 (12%)	0,5	1	1 - 50	0,9987	15	16	0,42	0,83
30	Tetraclorur de carboni	10,47	117 (100%)	119 (95%)	121 (30%)	81 (18%)	0,1	0,25	0.25 - 5	0,9999	5	10	0,08	0,21

## Universitat Rovira i Virgili. Grup de Cromatografia i Aplicacions Mediambientals.

Núm.	Compost	t <sub>R</sub>	ió quant.	ió qual. 1	ió qual. 2	ió qual. 3	LOD (ng)	LOQ (ng)	Int. Lineal. (ng)	Lineal. (r <sup>2</sup> )	Repe(%RSD)	Repro(%RSD)	MDL (µg·m <sup>-3</sup> )	MQL (µg·m <sup>-3</sup> )
31	Cloroacetoni-tril	10,68	75 (100%)	48 (48%)	77 (44%)	40 (25%)	0,1	0,25	0.25 - 100	0,9990	5	10	0,08	0,21
32	<b>i-Octà</b>	11,26	57 (100%)	56 (32%)	41 (22%)	99 (8%)	0,1	0,25	0.25 - 100	0,9981	5	14	0,08	0,21
33	<b>n-Heptà</b>	11,63	71 (100%)	57 (117%)	56 (32%)		0,5	1	1 - 100	0,9976	5	15	0,42	0,83
34	1,2-Diclorpropà	11,71	63 (100%)	62 (73%)	65 (32%)		0,005	0,1	0.1 - 5	0,9998	6	8	0,004	0,08
35	Tricloretilè	11,75	130 (100%)	132 (95%)	95 (77%)	97 (51%)	0,1	0,25	0.25 - 5	0,9998	4	10	0,08	0,21
36	Dibromometà	11,84	174 (100%)	93 (57%)	172 (55%)	176 (53%)	0,1	0,25	0.25 - 5	0,9997	4	10	0,08	0,21
37	1,4-Dioxà	11,95	88 (100%)	58 (70%)	43 (25%)		0,25	2,5	2.5 - 25	0,9999	5	46	0,21	2,08
38	Bromdiclormetà	11,99	83 (100%)	85 (65%)	129 (14%)	47 (13%)	0,1	0,25	0.25 - 5	0,9990	5	8	0,08	0,21
39	Metacrilat de metil	12,04	69 (100%)	41 (97%)	100 (52%)	39 (49%)	0,005	0,25	0.25 - 5	0,9989	3	10	0,004	0,21
40	cis-1,3-Diclorpropè	13,21	75 (100%)	77 (32%)	39 (39%)	110 (29%)	0,1	0,25	0.25 - 5	0,9985	5	9	0,08	0,21
41	trans-1,3-Diclorpropè	14,09	75 (100%)	110 (32%)	77 (32%)	39 (31%)	0,25	0,5	0.5 - 50	0,9999	6	9	0,21	0,42
42	<b>Toluè</b>	14,34	91 (100%)	92 (60%)	65 (9%)	63 (6%)	0,05	1	1 -- 10	0,9964	10	8	0,04	0,83
43	1,1,2-Tricloretà	14,38	97 (100%)	83 (73%)	99 (63%)	85 (48%)	0,1	0,25	0.25 - 5	0,9992	5	8	0,08	0,21
44	Metacrilat d'etil	14,72	69 (100%)	41 (55%)	39 (27%)	99 (25%)	0,1	0,25	0.25 - 100	0,9999	6	6	0,08	0,21
45	1,3-Diclorpropà	14,87	76 (100%)	41 (43%)	78 (33%)	39 (15%)	0,1	0,25	0.25 - 5	0,9993	5	8	0,08	0,21
46	<b>n-Octà</b>	15,30	85 (100%)	57 (67%)	71 (60%)		0,5	1	1 -- 25	0,9991	5	13	0,42	0,83
47	Dibromoclormetà	15,39	129 (100%)	127 (77%)	131 (25%)	79 (9%)	0,1	0,25	0.25 - 5	0,9990	5	9	0,08	0,21
48	1,2-Dibrometà	15,84	107 (100%)	109 (95%)	188 (6%)	93 (5%)	0,1	0,25	0.25 - 5	0,9982	6	9	0,08	0,21
49	Tetraclorètilè	15,97	166 (100%)	164 (77%)	131 (55%)	129 (54%)	0,1	0,25	0.25 - 5	0,9998	5	10	0,08	0,21
50	Clorbenzè	17,31	112 (100%)	77 (42%)	114 (33%)		0,1	0,25	0.25 - 5	0,9980	5	9	0,08	0,21
51	1,1,1,2-Tetraclorètà	17,35	131 (100%)	133 (94%)	117 (63%)	119 (61%)	0,1	0,25	0.25 - 5	0,9994	6	8	0,08	0,21
52	<b>Etilbenzè</b>	17,78	91 (100%)	106 (35%)			0,005	0,25	0.25 - 5	0,9986	5	10	0,004	0,21
53, 54	<b>m-Xilè, p-Xilè</b>	18,06	91 (100%)	106 (56%)	105 (24%)	77 (11%)	0,005	0,5	0.5 - 5	0,9953	4	14	0,004	0,42
55	Bromoform	18,75	173 (100%)	171 (50%)	175 (48%)	93 (14%)	0,1	0,25	0.25 - 100	0,9995	6	8	0,08	0,21
56	Estirè	18,84	104 (100%)	103 (46%)	78 (35%)		0,005	0,25	0.25 - 5	0,9978	5	10	0,004	0,21
57	<b>o-Xilè</b>	18,93	91 (100%)	106 (53%)	105 (20%)	77 (11%)	0,005	0,25	0.25 - 5	0,9997	4	8	0,004	0,21
58	1,1,2,2-Tetraclorètà	19,42	83 (100%)	85 (65%)	95 (16%)	131 (14%)	0,1	0,25	0.25 - 5	0,9998	7	7	0,08	0,21
59	1,2,3-Triclorpropà	19,69	75 (100%)	110 (45%)	77 (32%)	112 (28%)	0,1	0,25	0.25 - 5	0,9969	5	7	0,08	0,21
60	trans-1,4-Diclor-2-butè	19,82	75 (100%)	89 (57%)	53 (55%)	88 (42%)	0,25	0,5	0.5 - 100	0,9990	10	10	0,21	0,42

## Determinació de Contaminants Atmosfèrics al Port de Tarragona.

Núm.	Compost	t <sub>R</sub>	ió quant.	ió qual. 1	ió qual. 2	ió qual. 3	LOD (ng)	LOQ (ng)	Int. Lineal. (ng)	Lineal. (r <sup>2</sup> )	Repe(%RSD)	Repro(%RSD)	MDL (µg·m <sup>-3</sup> )	MQL (µg·m <sup>-3</sup> )
61	i-Propilbenzè	19,90	105 (100%)	120 (29%)	77 (12%)	79 (10%)	0,005	0,05	0.05 - 5	0,9987	6	8	0,004	0,04
62	Bromobenzè	20,33	156 (100%)	158 (98%)	77 (89%)	51 (20%)	0,1	0,25	0.25 - 5	0,9977	5	9	0,08	0,21
63	n-Propilbenzè	20,84	91 (100%)	120 (28%)			0,005	0,25	0.25 - 5	0,9994	5	8	0,004	0,21
64	2-Clortoluenè	20,91	126 (100%)	89 (34%)	129 (31%)		0,1	0,25	0.25 - 5	0,9980	4	8	0,08	0,21
65	4-Clortoluenè	21,04	91 (100%)	126 (36%)	125 (13%)		0,005	0,1	0.1 - 5	0,9991	4	9	0,004	0,08
66	3-Etiltoluenè	21,05	120 (100%)	79 (25%)	103 (19%)	65 (16%)	0,1	0,25	0.25 - 50	0,9991	5	14	0,083	0,21
67	4-Etiltoluenè	21,10	120 (100%)	79 (21%)	103 (17%)	65 (14%)	0,1	0,25	0.25 - 5	0,9955	9	23	0,083	0,21
68	<b>1,3,5-Trimetilbenzè</b>	21,24	105 (100%)	120 (55%)	119 (14%)	77 (10%)	0,005	0,1	0.1 - 5	0,9994	5	7	0,004	0,08
69	Pentacloretà	21,60	167 (100%)	165 (77%)	117 (72%)	119 (67%)	0,1	0,25	0.25 - 5	0,9901	6	7	0,08	0,21
70	2-Etiltoluenè	21,61	105 (100%)	120 (38%)	91 (11%)	77 (8%)	0,005	0,25	0.25 - 5	0,9960	5	15	0,004	0,21
71	tert-Butilbenzè	21,92	119 (100%)	91 (56%)	134 (25%)		0,005	0,05	0.05 - 5	0,9995	6	8	0,004	0,04
72	<b>1,2,4-Trimetilbenzè</b>	21,97	105 (100%)	120 (57%)			0,005	0,25	0.25 - 5	0,9992	5	8	0,004	0,21
73	1,3-Diclorbenzè	22,38	146 (100%)	148 (62%)	111 (30%)		0,005	0,05	0.05 - 5	0,9982	5	9	0,004	0,04
74	sec-Butilbenzè	22,39	105 (100%)	134 (20%)			0,005	0,05	0.05 - 5	0,9991	5	9	0,004	0,04
75	1,4-Diclorbenzè	22,52	146 (100%)	148 (64%)	111 (29%)	117 (17%)	0,005	0,05	0.05 - 5	0,9977	6	8	0,004	0,04
76	p-Isopropiltoluenè	22,65	119 (100%)	134 (30%)	91 (20%)		0,005	0,1	0.1 - 5	0,9979	6	9	0,004	0,08
77	<b>1,2,3-Trimetilbenzè</b>	22,74	105 (100%)	120 (50%)	77 (10%)	91 (81%)	0,005	0,25	0.25 - 5	0,9863	5	15	0,004	0,21
78	1,2-Diclorbenzè	23,11	146 (100%)	148 (64%)	111 (32%)	75 (17%)	0,005	0,05	0.05 - 5	0,9977	6	8	0,004	0,04
79	1,3-Dietilbenzè	23,19	119 (100%)	105 (95%)	134 (53%)	91 (20%)	0,1	0,25	0.25 - 5	0,9919	6	17	0,08	0,21
80	1,4-Dietilbenzè	23,35	119 (100%)	120 (10%)	117 (8%)		0,005	0,1	0.1 - 5	0,9944	5	16	0,004	0,08
81	n-Butilbenzè	23,36	92 (100%)	65 (20%)	39 (12%)		0,005	0,05	0.05 - 5	0,9978	5	8	0,004	0,04
82	1,2-Dietilbenzè	23,52	105 (100%)	119 (98%)	134 (62%)	91 (25%)	0,1	0,25	0.25 - 5	0,9938	10	16	0,08	0,21
83	Hexacloretà	24,00	201 (100%)	117 (74%)	119 (72%)	203 (68%)	0,1	0,25	0.25 - 5	0,9965	6	7	0,08	0,21
84	1,2-Dibromo-3-clorpropà	24,08	157 (100%)	155 (73%)	75 (48%)	159 (24%)	0,1	0,25	0.25 - 5	0,9946	7	11	0,08	0,21
85	Nitrobenzè	24,17	77 (100%)	123 (69%)	51 (38%)	93 (15%)	0,005	0,25	0.25 - 25	0,9998	8	16	0,004	0,21
86	Naftalè	26,03	128 (100%)	127 (13%)	129 (11%)	126 (7%)	0,005	0,25	0.25 - 25	0,9991	7	10	0,004	0,21
87	Hexaclorbutadiè	26,37	225 (100%)	223 (64%)	227 (64%)	190 (38%)	0,05	0,1	0.1 - 5	0,9994	5	9	0,04	0,08
88	1,2,3-Triclorbenzè	26,47	180 (100%)	182 (95%)	184 (32%)	145 (25%)	0,025	0,05	0.05 - 5	0,9992	5	10	0,02	0,04
89	2-Metilnaftalè	27,85	142 (100%)	141 (85%)	115 (25%)	63 (8%)	0,005	0,1	0.1 - 25	0,9996	7	20	0,004	0,08
90	1-Metilnaftalè	28,19	142 (100%)	141 (85%)	115 (30%)	63 (8%)	0,005	0,05	0.05 - 5	0,9956	6	18	0,004	0,04

Repetibilitat i reproducibilitat (n=5) al nivell de 2.5 ng

MDL i MQL per a mostres de 1.2 L

Els compostos en negreta figuren a la llista de precursors de l'ozó<sup>27</sup>

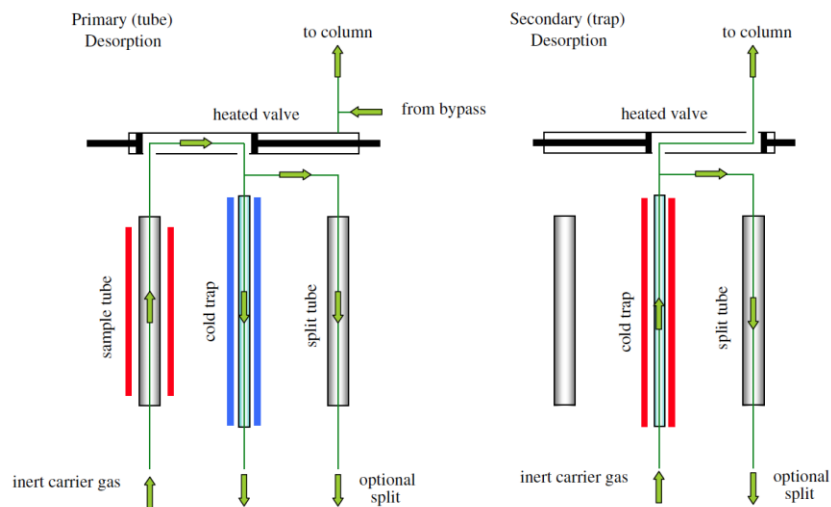
La desorció dels anàlits retinguts als tubs de Tenax TA/Carbograph 1TD es va dur a terme en un sistema de desorció tèrmica UNITY acoblat a un injector automàtic Ultra (els dos de Markes International Limited, Llantrisant, Regne Unit), mostrats a la figura .



**Figura 24.** UNITY i injector automàtic Ultra

Abans de dur a terme la primera desorció, el tub pateix una pre-purga durant 1 minut sense temperatura que consisteix a fer passar el flux de desorció, de  $30 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}$ , per ajudar a eliminar la possible humitat que pugui tenir la mostra. Seguidament, en la primera desorció, els tubs amb l'adsorbent s'escalfen fins a  $275 \text{ }^\circ\text{C}$  mentre passa un flux d'heli de  $30 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}$  durant 10 minuts. En aquest pas no s'aplica cap divisió de flux, per tant, tots els compostos arriben a una trampa freda per tal de concentrar-los.

Aquests VOCs desorbitats es focalitzen a la trampa freda hidrofòbica farcida de Tenax TA i un carbó grafititzat *General Purpose Hydrophobic Cold Trap* (Markes International Limited, Llantrisant, Regne Unit) que està a  $-10^\circ\text{C}$  per a la seva retenció. En la segona desorció, el flux d'heli aplicat és igual a la suma del flux de columna més el flux d'*split*, que en aquest cas és de  $6.2 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}$ . En aplicar aquest flux la trampa es calenta amb la rampa de temperatura més energètica possible a  $300^\circ\text{C}$  durant 5 minuts, els anàlits es desorbeixen ràpidament i són conduïts a través de la *flow path* (escalfada a  $180^\circ\text{C}$ ) fins al sistema cromatogràfic. En aquesta segona desorció es va aplicar un flux d'*split* de  $5 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}$  .<sup>11</sup>



**Figura 25.** Mecanisme de funcionament de la trampa freda.

**Taula 8.** Condicions de desorció de la trampa i el tub.

<b>Tub</b>	Gas portador Temperatura i temps Flux de desorció Divisió de flux Temperatura de la trampa	Heli de 99.999% de puresa 10 min, 275 °C 30 mL·min <sup>-1</sup> Sense divisió -10 °C
<b>Trampa</b>	Temperatura i temps Flux de desorció Divisió de flux	5 min, 300 °C 6.2 mL·min <sup>-1</sup> 5 mL·min <sup>-1</sup>

La separació cromatogràfica i la detecció es van dur a terme en un GC HP 6890N acoblat a un MS 5973 de Quadrupol simple (Agilent Technologies), fent servir una columna capil·lar Zebron ZB-5 (60m × 0.32mm, 1µm) (Micron Phenomenex, Torrance, California, USA) amb un flux de 1.2 mL·min<sup>-1</sup> d'heli com a gas portador.

La rampa de temperatura del forn es basava a aplicar una temperatura inicial de 50°C durant 5 minuts, un augment fins a 140°C a una velocitat de 6°C·min<sup>-1</sup> i una nova pujada de temperatura fins a 220°C amb una velocitat de 15°C·min<sup>-1</sup>, que es manté durant 8 minuts, provocant que el temps total de l'anàlisi sigui de 33 minuts i 20 segons. La interfase entre el cromatògraf de gasos i l'espectròmetre de masses es va establir a una temperatura de 280°C. La font d'ionització va ser per impacte electrònic a 70 eV. El MS va adquirir dades en el mode *Full-Scan* amb un interval de m/z que anava de 35 a 280. La temperatura del quadrupol va ser de 150°C.

La identificació qualitativa dels VOCs d'interès es va basar en la coincidència entre els temps de retenció i en les relacions dels ions quantificadors amb els ions qualificadors. La quantificació es va fer amb la integració de l'àrea del pic del ió quantificador específic per a cada compost i interpolant amb la seva corresponent recta de calibratge.

**Taula 9.** Condicions del GC-MS

<b>GC</b>	Columna	Zebron ZB-5 (60m x 0.32 m x 1.0 µm)	
	Flux Columna	1.2 mL m <sup>-1</sup>	
<b>MS</b>	Programa de T <sup>a</sup>	50°C 6°C·min <sup>-1</sup> 15°C·min <sup>-1</sup>	5 min Fins a 140°C Fins a 220°C, 8 min
	Mode	<i>Full-Scan</i>	
<b>MS</b>	Interval m/z	35–280	
	Quantificació	Ió quantificador	

### 3.4 Resultats:

A continuació, es presenten les taules amb els resultats dels 4 dies de mostreig. Prèviament però, cal comentar que a l'annex II es poden trobar les condicions ambientals més importants durant el temps de mostreig dels 5 dies comentats. De les tres estacions meteorològiques de què disposa el Port de Tarragona, s'ha elegit la de *Port Control* per la seva proximitat amb els punts de mostreig. A la taula 10, se'n pot veure un exemple, corresponent al primer dia de mostreig.

**Taula 10.** Condicions ambientals que poden afectar les concentracions de VOCs.

03/06/15				
Data/hora	Velocitat vent (Km/h)	Ràfega màxima (Km/h)	Direcció (°)	Direcció (Lletra)
03/06/15 8:00	9,33	12,14	35,14	NE
03/06/15 8:10	8,74	10,66	52,83	NE
03/06/15 8:20	8,85	10,58	18,63	NNE
03/06/15 8:30	8,48	10,16	12,49	NNE
03/06/15 8:40	6,23	8,33	20,83	NNE
03/06/15 8:50	5,90	7,34	49,31	NE
03/06/15 9:00	4,52	6,21	108,20	ESE
03/06/15 9:10	3,94	5,08	49,76	NE
03/06/15 9:20	0,70	3,25	68,81	ENE
03/06/15 9:30	2,55	4,23	171,70	S
03/06/15 9:40	4,86	6,35	153,70	SSE
03/06/15 9:50	7,01	8,33	165,00	SSE
03/06/15 10:00	7,60	9,10	163,20	SSE
03/06/15 10:10	6,88	8,25	173,00	S
03/06/15 10:20	6,80	8,68	168,10	S
03/06/15 10:30	7,84	9,31	169,40	S
03/06/15 10:40	8,20	9,95	163,60	SSE
03/06/15 10:50	7,34	8,89	164,20	SSE
03/06/15 11:00	6,64	8,40	167,30	SSE
03/06/15 11:10	7,29	9,45	167,80	S
03/06/15 11:20	7,85	11,50	178,40	S
03/06/15 11:30	8,86	11,36	190,20	S
03/06/15 11:40	8,50	11,57	191,20	SSO
03/06/15 11:50	8,96	11,36	196,30	SSO
03/06/15 12:00	8,17	10,16	198,50	SSO
03/06/15 12:10	9,10	11,08	198,00	SSO
03/06/15 12:20	10,52	11,85	201,30	SSO
03/06/15 12:30	10,35	11,92	201,30	SSO
03/06/15 12:40	10,93	12,84	199,70	SSO
03/06/15 12:50	11,39	12,84	195,50	SSO
03/06/15 13:00	11,26	13,76	195,00	SSO
03/06/15 13:10	10,74	13,33	192,90	SSO
03/06/15 13:20	10,95	13,33	194,10	SSO
03/06/15 13:30	12,84	14,54	195,50	SSO
03/06/15 13:40	12,83	14,89	197,40	SSO
03/06/15 13:50	12,49	13,97	197,30	SSO
03/06/15 14:00	13,52	16,16	195,40	SSO
03/06/15 14:10	12,74	15,66	191,00	SSO
03/06/15 14:20	12,04	15,74	197,90	SSO
03/06/15 14:30	13,04	14,54	196,20	SSO
03/06/15 14:40	12,78	15,17	198,90	SSO
03/06/15 14:50	13,62	15,45	199,60	SSO
03/06/15 15:00	14,10	16,58	201,50	SSO

Cantàbria	Pàrquing Químic
Bombers	Esplanada Hidrocarburs
Cabina MA	Far de la Banya

Gràcies a un programa informàtic que es troba a la web del Port<sup>26</sup>, es podia saber en línia i a temps real quins vaixells estaven atracats, així com la mercaderia que transportaven al moment de prendre la mostra. És per això que cada dia de mostreig es prenia constància dels vaixells que estaven operant, per tal de poder avaluar-ne l'operativa de càrrega/descàrrega i decidir si existia algun tipus de risc d'emissió.

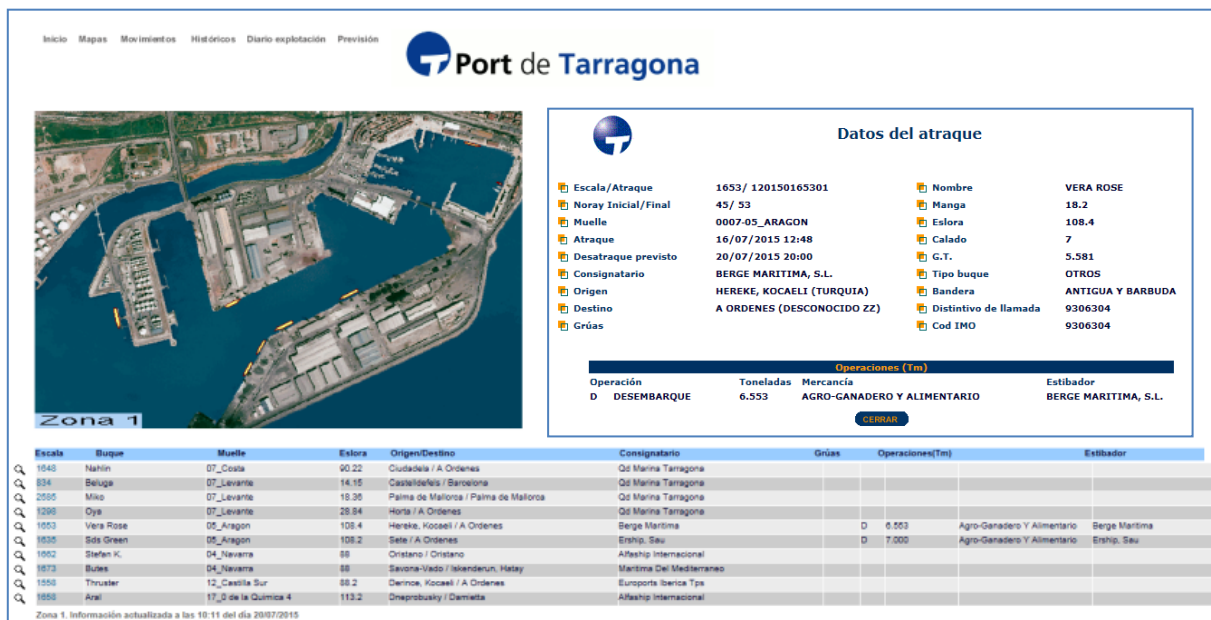


Figura 26. Representació dels vaixells atracats el dia 20/07/2015 a la zona 1.

A causa de les dimensions de l'entorn portuari, el programa dividia el port en tres zones. En aquesta imatge només es poden veure els vaixells atracats al Moll de la Química, al Moll de Castella, al Moll de Reus i al Moll d'Aragó. A l'Annex II també es poden veure en detall els vaixells atracats cada dia de mostreig a les diferents zones esmentades.

A continuació es passarà a analitzar els resultats obtinguts. Per fer-ho s'ha considerat més entenedor centrar-nos en punts de mostreig i a partir d'aquí, comentar els resultats segons els diferents dies que s'ha pres la mostra. Igual que en el cas dels PAHs, s'intentarà dir la possible causa d'origen d'aquests compostos, tenint sempre en compte i recordant que, per verificar els resultats i treure'n una conclusió segura, es necessitaran més anàlisis ja que es tracta d'un projecte a llarg termini i, per tant, les afirmacions fetes en aquest treball no deixen de ser hipòtesis. Com a aclariment i perquè resulti més entenedor, es recomana tenir a mà l'Annex II ja que contínuament farem referència a les dades meteorològiques i als vaixells atracats aquell dia en diferents punts del Port.

**Taula 11.** Resultats de VOCs a *Cantàbria*:

Núm.	Compost	03.06.2015	15.07.2015	23.07.2015	29.07.2015
1	i-Pentà	> 25	7,04	12,59	3,05
2	1-Pentè	n. d.	1,98	1,28	2,05
3	n-Pentà	> 100	7,20	12,18	4,42
4	Éter d'etil	0,76	n. d.	n. d.	n. d.
5	2-trans-pentè	1,32	< MQL	0,39	0,29
6	Isoprè	0,53	0,12	0,23	0,24
7	2-cis-Pentè	1,37	n. d.	< MQL	<MQL
11	Disulfur de carboni	23,25	0,42	0,23	1,32
14	Propionitril	0,13	< MQL	< MQL	n. d.
16	1-Hexè	3,02	1,08	< MQL	1,23
17	n-Hexà	> 100	< MQL	2,11	3,77
18	Metacrilonitril	3,56	n. d.	n. d.	n. d.
22	Cloroform	> 5	0,11	0,19	<MQL
24	Tetrahidrofurà	> 5	< MQL	< MQL	<MQL
26	1,2-Dicloretà	> 5	< MQL	> 5	n. d.
29	Benzè	6,34	1,84	1,66	6,83
30	Tetraclorur de carboni	1,03	0,69	0,83	0,78
32	i-Octà	3,03	n. d.	n. d.	n. d.
33	n-Heptà	2,98	< MQL	< MQL	< MQL
39	Metacrilat de metil	0,68	n. d.	< MQL	<MQL
42	Toluè	> 10	2,67	4,12	1,33
46	n-Octà	4,09	n. d.	< MQL	n. d.
47	Dibromoclormetà	0,39	n. d.	n. d.	n. d.
49	Tetracloretilè	0,53	n. d.	< MQL	n. d.
50	Clorbenzè	< MQL	< MQL	0,51	0,39
52	Etilbenzè	2,63	< MQL	0,38	<MQL
53, 54	m-Xilè, p-Xilè	1,02	< MQL	< MQL	<MQL
56	Estirè	0,9	0,26	0,29	<MQL
57	o-Xilè	1,04	n. d.	0,33	<MQL
61	i-Propilbenzè	0,26	< MQL	< MQL	n. d.
63	n-Propilbenzè	0,28	< MQL	< MQL	<MQL
66	3-Etiltoluè	1,35	< MQL	< MQL	< MQL
67	4-Etiltoluè	1,88	1,70	< MQL	< MQL
68	1,3,5-Trimetilbenzè	0,24	0,13	< MQL	<MQL
70	2-Etiltoluè	0,48	< MQL	< MQL	< MQL
72	1,2,4-Trimetilbenzè	1,01	< MQL	0,25	0,23
76	p-Isopropiltoluè	0,17	0,09	< MQL	<MQL
77	1,2,3-Trimetilbenzè	0,41	0,23	<MQL	<MQL
78	1,2-Diclorbenzè	< MQL	n. d.	n. d.	0,07
80	1,4-Dietilbenzè	0,23	n. d.	< MQL	n. d.
81	n-Butilbenzè	0,05	0,04	< MQL	n. d.
86	Naftalè	0,96	< MQL	< MQL	0,44
89	2-Metilnaftalè	0,33	0,13	< MQL	0,08
90	1-Metilnaftalè	0,13	< MQL	< MQL	0,04

Observant la figura 21, es pot veure que aquest punt de mostreig es caracteritza per estar localitzat prop de *Repsol Petrolí*, *DOW Chemical Ibérica* i *BASF*.

Els resultats del primer dia són extremadament elevats comparant-los amb qualssevol dels altres mostrejos. Consultant l'Annex II, aquest dia el vent procedia de S-SSE el temps que va durar el mostreig, però anteriorment havia tingut una procedència de NE-NNE. Tot i no aparèixer a la figura 21, en aquesta direcció es troba *BASF*, fet que ens fa pensar en la hipòtesi que aquell dia s'hauria pogut produir algun tipus d'emissió. Es pot veure que el segon dia també hi va haver les mateixes direccions de vent, però, per contra, els resultats van ser molt inferiors als del primer mostreig. Aquest fet, però, podria ser degut simplement perquè el 15 de juliol no es va realitzar la mateixa operativa que el 3 de juny. En qualsevol cas, ja que la direcció del vent provenia d'aquesta direcció, s'obre la hipòtesi de *BASF* com a possible font d'emissió.

Tot i així, a causa de la diferència de resultats dels dos primers dies de mostreig, no es podria confirmar amb certesa que la font d'emissió sigui *BASF*. S'ha valorat també que al mostreig del dia 15 de juliol (pres a les 11:00), l'hora i mitja prèvia, el vent bufava de procedència S-SE i, per tant, de mar, fet que provocaria la dispersió dels contaminants del punt de mostreig. Al dia 3 de juny, però, tot i tenir la mateixa direcció, la presa de mostra es va fer a les 10:00, provocant així que el punt de mostreig només patís la direcció S-SE durant uns escassos trenta minuts respecte els noranta minuts de la segona mostra. Al tercer dia de mostreig també existeixen valors a destacar, com per exemple  $12,59 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  d'i-Pentà,  $12,18 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  d'n-Pentà, una concentració superior als  $5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  d'1,2-Dicloretà i  $4,12 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  de Toluè. En aquest cas, s'ha observat que la direcció del vent tenia una procedència de O-NN, situant *DOW* com a possible focus emissor.

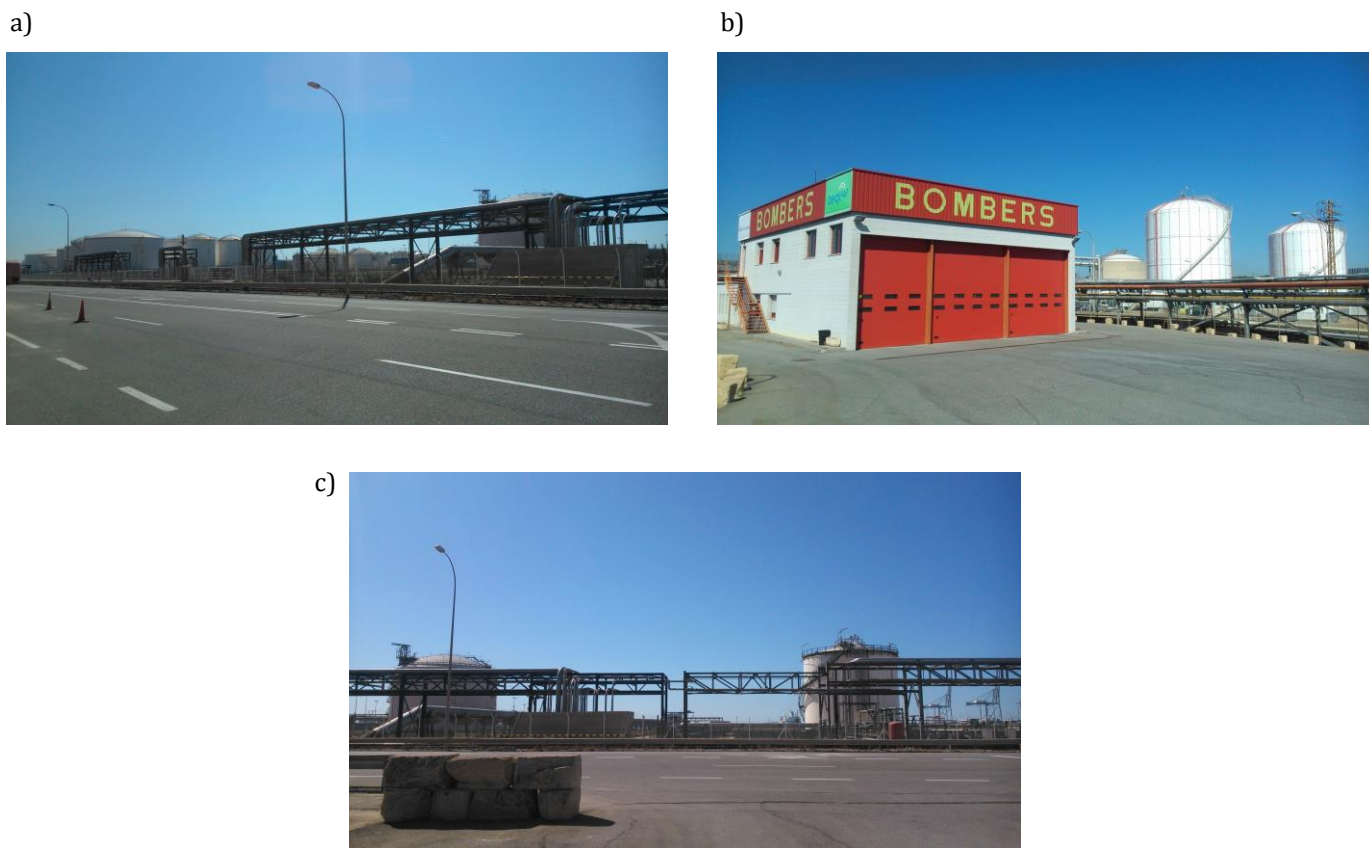
La hipòtesi que els resultats de VOCs més elevats han vingut d'una empresa d'elaboració de productes químics, ha sorgit per dues raons. En primer lloc, observant els resultats del quart dia de mostreig, es pot veure que és el dia que els resultats són menors. Aquest fet ens porta a descartar com a possible font d'emissió el Pantalà de Repsol, ja que la procedència del vent ha estat de SSO i el Pantalà tenia plena activitat. Per altra banda, ens ha sobtat que coincidissin els dies amb resultats més elevats de VOCs amb els que es troba una concentració per sobre de l'interval de linealitat de l'1,2-Dicloretà, compost que és utilitzat majoritàriament per la producció del monòmer clorur de vinil, precursor en la síntesi de PVC. Resten pendents futures anàlisis per poder anar descartant algunes d'aquestes hipòtesis plantejades.

**Taula 12.** Resultats de VOCs a *Bombers*:

Núm.	Compost	03.06.2015	15.07.2015	23.07.2015	29.07.2015
1	i-Pentà	> 25	3,64	7,79	0,89
2	1-Pentè	n. d.	1,54	1,83	1,44
3	n-Pentà	81,15	4,58	10,32	1,63
5	2-trans-pentè	n. d.	0,37	0,16	n. d.
6	Isoprè	0,42	0,14	0,36	0,10
9	Acilonitril	< MQL	< MQL	0,18	n. d.
11	Disulfur de carboni	11,42	0,48	0,33	1,07
16	1-Hexè	1,28	< MQL	1,29	<MQL
17	n-Hexà	> 100	< MQL	< MQL	n. d.
18	Metacilonitril	2,43	n. d.	n. d.	n. d.
22	Cloroform	2,98	< MQL	0,11	<MQL
24	Tetrahidrofurà	3,44	< MQL	< MQL	< MQL
26	1,2-Dicloretà	1,84	< MQL	1,51	n. d.
29	Benzè	2,8	< MQL	2,58	3,43
30	Tetraclorur de carboni	0,9	0,64	0,73	0,73
32	i-Octà	1,54	n. d.	n. d.	n. d.
39	Metacrilat de metil	n. d.	n. d.	0,24	n. d.
42	Toluè	7,33	2,81	2,55	< MQL
49	Tetracloretilè	0,23	n. d.	< MQL	n. d.
50	Clorbenzè	< MQL	< MQL	< MQL	0,21
52	Etilbenzè	0,43	< MQL	0,63	< MQL
56	Estirè	0,27	< MQL	0,42	<MQL
57	o-Xilè	< MQL	0,22	< MQL	< MQL
61	i-Propilbenzè	0,08	< MQL	< MQL	n. d.
67	4-Etiltoluè	n. d.	0,78	< MQL	< MQL
68	1,3,5-Trimetilbenzè	< MQL	0,14	0,09	<MQL
72	1,2,4-Trimetilbenzè	< MQL	0,29	< MQL	<MQL
78	1,2-Diclorbenzè	< MQL	n. d.	n. d.	0,08
86	Naftalè	< MQL	< MQL	< MQL	0,28
89	2-Metilnaftalè	< MQL	0,10	0,08	<MQL

Com es pot observar a la figura 21 aquest punt de mostreig es caracteritza per estar localitzat prop d'empreses químiques com *BASF*, *Indústries Químiques Associades*, *DOW* o *ASESA*, tal i com es mostra a les imatges de la figura 29.

En el segon i tercer dia de mostreig, el vent procedia d'una direcció de S-SSO i ONO-OSO respectivament. Fixant-nos només en la direcció, no hi ha cap concessió que pugui afectar els resultats. Tot i així, surten valors de l'ordre de 3,64  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  pel que fa a l'i-Pentà, de 4,58  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  pel que fa al n-Pentà, i de 2,81 pel que es refereix a Toluè. És per aquest motiu que sorgeix la hipòtesi que aquests resultats podrien deure's a emissió d'aquests compostos en lloc d'immissió.



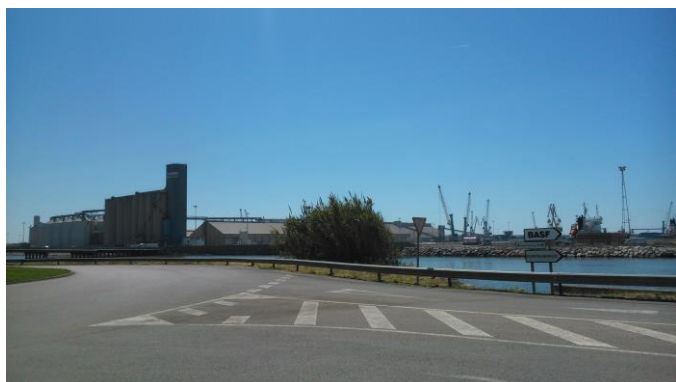
**Figura 27.** a) Dipòsits de BASF i DOW. b) Dipòsits ASESА. c) Indústria Química i Associades

Aquesta hipòtesi és reforçada amb els resultats del tercer mostreig. S'observa que dels quatre dies és el que presenta els valors més elevats dels compostos característics que surten en aquest punt, com són l'i-Pentà, l'n-Pentà, el Disulfur de Carboni, el Benzè, el Tetraclorur de Carboni i el Toluè. L'i-Pentà es troba a una concentració de  $7,79 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , mentre que l'n-Heptà arriba als  $10,32 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ . Observant la direcció del vent d'aquest dia, es veu que va ser provinent dels dipòsits d'ASESA mostrats a la imatge, per tant, de la hipòtesi anterior es descarten *BASF*, *DOW* i *Indústries Químiques Associades*, ja que es troben a punts situats a l'altra banda del punt de mostreig i a favor de la direcció del vent. Resten pendents més anàlisis per tal de poder afirmar amb seguretat que l'origen d'emissió és el comentat.

Com a característica general d'aquest punt de mostreig, cal dir que en tres dels quatre mostrejors s'estava operant al Pantalà d'ASESA amb algun tipus de vaixell, com es demostra a l'Anex III. Casualment però, l'únic dia que no hi havia cap vaixell operant és el dia que han sortit resultats més elevats, fet que ens ha permès excloure aquest punt com a possible font d'emissió.

**Taula 13.** Resultats de VOCs a *Cabina Medi Ambient*:

Núm.	Compost	03.06.2015	15.07.2015	23.07.2015	29.07.2015
1	i-Pentà	> 25	2,01	4,83	3,58
2	1-Pentè	n. d.	1,88	1,68	1,93
3	n-Pentà	> 100	3,43	4,99	3,48
4	Éter d'etil	0,81	n. d.	n. d.	n. d.
5	2-trans-pentè	0,23	< MQL	0,24	n. d.
6	Isoprè	0,54	0,33	0,40	0,26
11	Disulfur de carboni	14,49	< MQL	0,33	n. d.
16	1-Hexè	> 100	1,10	65,01	9,26
17	n-Hexà	> 100	< MQL	< MQL	<MQL
18	Metacrilonitril	4,08	n. d.	n. d.	n. d.
22	Cloroform	1,63	0,08	0,16	<MQL
24	Tetrahidrofurà	> 5	< MQL	< MQL	<MQL
26	1,2-Dicloretà	1,16	< MQL	0,95	n. d.
29	Benzè	6,2	1,54	2,10	6,34
30	Tetraclorur de carboni	0,95	0,63	0,73	0,75
32	i-Octà	3,35	n. d.	n. d.	0,32
35	Tricloretilè	n. d.	< MQL	< MQL	0,60
39	Metacrilat de metil	0,53	n. d.	0,24	n. d.
42	Toluè	> 10	2,53	2,62	< MQL
46	n-Octà	2,03	< MQL	< MQL	< MQL
47	Dibromoclorometà	0,57	n. d.	n. d.	n. d.
49	Tetraclorètilè	< MQL	n. d.	n. d.	0,94
50	Clorbenzè	< MQL	n. d.	< MQL	0,34
52	Etilbenzè	0,23	< MQL	< MQL	< MQL
56	Estirè	0,25	< MQL	< MQL	0,38
61	i-Propilbenzè	0,04	< MQL	< MQL	n. d.
67	4-Etiltoluè	n. d.	1,70	< MQL	n. d.
76	p-Isopropiltoluè	< MQL	0,13	<MQL	<MQL
78	1,2-Diclorbenzè	n. d.	n. d.	n. d.	0,08
86	Naftalè	< MQL	0,23	< MQL	<MQL
89	2-Metilnaftalè	< MQL	0,09	< MQL	<MQL


**Figura 28.** a) Localització punt mostreig. b) Terminals portuaris

Basant-nos novament en la figura 21, s'aprecia que en aquest punt de mostreig les terminals que poden influir més en els resultats ja que es troben més properes són *Terminales Portuarios* i *TERQUIMSA*.

Els compostos que s'han determinat en pràcticament totes les mostres han estat l'i-Pentà, l'1-Pentè, l'n-Pentà, l'1-Hexè, el benzè, el Tetraclorur de Carboni i el Toluè. La direcció del vent els tres primers dies de mostreig ha oscil·lat de S-SO.

De nou, el primer dia de mostreig presenta valors extramadament elevats en aquest punt. És important ressaltar resultats com els de l'n-Pentà, l'1-Hexè o l'n-Hexà que han superat els  $100 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ . Aquest dia, el vent provenia de S i, per tant, és possible que, malgrat que la distància sigui de 300 m amb *Terminales Portuarios* (veure apartat b) de la figura 29), el fet de no haver-hi cap edifici que actuï com a barrera respecte el punt de mostreig, i que només hi hagi el Riu Francolí, aquesta terminal pugui ser una font d'emissió dels compostos en estudi. Això es conclourà en futures anàlisis, quan es disposi de més dades.

Si exceptuant els resultats del 3 de juny observem els dels diferents dies en aquest punt de mostreig, es pot veure que els valors dels compostos esmentats anteriorment romanen pràcticament constants, tret del dia 23 de juliol de 2015 que hi va haver un pic d'1-Hexè. És per aquest motiu que neix la hipòtesi de l'existència d'alguna possible emissió constant pel que es refereix a la resta de compostos per alguna de les empreses comentades.

Fent referència a l'Annex II, es demostra que les condicions són semblants als altres dies de mostreig. L'única diferència que es pot apreciar és que aquest dia en concret hi havia una operativa de descàrrega d'*Euronergo*, juntament a ser el dia que hi ha hagut una velocitat del vent major, procedent d'aquesta direcció. És per aquest motiu que s'intentarà prendre un altre mostreig un altre dia que estigui prevista l'arribada d'un vaixell en aquestes instal·lacions per intentar saber del cert si els resultats obtinguts són d'emissió.

Finalment és important destacar de la *Cabina de MA*, dos resultats elevats pel que fa al benzè. El dia 3 de juny es va arribar a una concentració de  $6,2 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , mentre que el dia 29 de juliol va arribar als  $6,34 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , valors puntuals elevats respecte el RD 102/2011 referent a la qualitat de l'aire, que marca una mitjana màxima anual de  $5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ .

**Taula 14.** Resultats de VOCs a *Pàrquing Química*:

Núm.	Compost	03.06.2015	15.07.2015	23.07.2015	29.07.2015
1	i-Pentà	> 25	1,86	1,50	n. d.
2	1-Pentè	n. d.	1,66	1,38	2,90
3	n-Pentà	37,23	3,05	2,50	3,78
5	2-trans-pentè	<MQL	< MQL	0,13	0,40
6	Isoprè	0,14	0,14	0,11	0,14
9	Acilonitril	n. d.	0,46	< MQL	n. d.
11	Disulfur de carboni	7,58	0,22	0,29	0,30
16	1-Hexè	1,23	< MQL	< MQL	0,98
17	n-Hexà	> 100	< MQL	< MQL	n. d.
18	Metacrilonitril	1,11	n. d.	n. d.	n. d.
22	Cloroform	1,82	0,08	0,08	<MQL
24	Tetrahidrofurà	0,93	< MQL	< MQL	< MQL
26	1,2-Dicloretà	2,23	0,28	n. d.	n. d.
29	Benzè	1,38	1,87	n. d.	4,41
30	Tetraclorur de carboni	0,83	0,64	0,68	0,80
32	i-Octà	0,6	n. d.	n. d.	n. d.
39	Metacrilat de metil	0,43	n. d.	4,40	n. d.
42	Toluè	2,66	> 10	2,21	<MQL
46	n-Octà	3,27	< MQL	< MQL	< MQL
49	Tetracloretilè	0,25	n. d.	n. d.	n. d.
50	Clorbenzè	n. d.	n. d.	< MQL	0,37
52	Etilbenzè	0,68	< MQL	< MQL	< MQL
56	Estirè	< MQL	0,32	< MQL	<MQL
57	o-Xilè	0,31	n. d.	< MQL	< MQL
61	i-Propilbenzè	0,04	< MQL	< MQL	n. d.
67	4-Etiltoluè	n. d.	1,03	< MQL	< MQL
76	p-Isopropiltoluè	< MQL	0,10	< MQL	<MQL
78	1,2-Diclorbenzè	< MQL	n. d.	n. d.	0,06
86	Naftalè	< MQL	0,23	< MQL	<MQL
89	2-Metilnaftalè	< MQL	0,13	n. d.	<MQL

a)



b)


**Figura 29.** a) Terminales Portuarios. b) TERQUIMSA

Tant en aquest punt de mostreig com el que es presentarà posteriorment, els resultats fan referència a emissió de VOCs, ja que com es pot veure en la figura 21, ens trobem a molt poca distància del focus emissor. Aquest punt de mostreig es caracteritza per estar localitzat prop d'empreses com *Terminales Portuarias S.L.* i *Terminales Químicos S.A. (TERQUIMSA)*. Els compostos característics que s'han trobat a pràcticament totes les mostres d'aquest punt són l'i-Pentà, l'1-Pentè, l'n-Pentà, l'isoprè, el Disulfur de Carboni, el Benzè, el Tetraclorur de Carboni i el Toluè.

Centrant-nos en el primer dia de mostreig (taula 11), a simple vista es poden apreciar elevades concentracions d'i-Pentà, n-Pentà, Disulfur de Carboni i n-Hexà. En alguns d'aquests casos, el valor de concentració ha superat la part superior de l'interval de linealitat. Fent referència a l'Annex II, es pot veure que el dia 3 de juny de 2015 hi havia una descàrrega de vaixell de gasolina d'aviació, fet que immediatament ens porta a plantejar la possibilitat que aquests resultats puguin venir de l'operativa de descàrrega, ja que són compostos típics de la gasolina, exceptuant el Disulfur de Carboni. Aquesta hipòtesi queda en dubte a causa que, per exemple, el punt de mostreig *Cantàbria* presenta valors semblants de la majoria de VOCs i es troba a una distància de més de 2000 m en línia recta i amb una direcció de vent desfavorable.

D'aquest punt de mostreig és important ressaltar certs valors puntuals, com són una concentració major de  $10 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  de Toluè el dia 15 de juliol, juntament amb els  $4,40 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  de Metacrilat de Metil el dia 23 d'aquest mateix mes, així com els  $4,41 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  de benzè el dia 29 també de juliol.

Cal dir que el *Pàrquing Química* està situat a no més de 50 m d'on es fa la descàrrega dels productes que transporten els camions i, per tant, la descàrrega d'aquests també podria ser influent. No es disposen de les dades dels camions que van operar en dies de mostres ni de la mercaderia que transportaven, ja que seria una immensa quantitat d'informació tenint en compte les diferents empreses que hi ha i l'enorme quantitat de tones mogudes, per això aquesta variable no s'ha pogut avaluar.

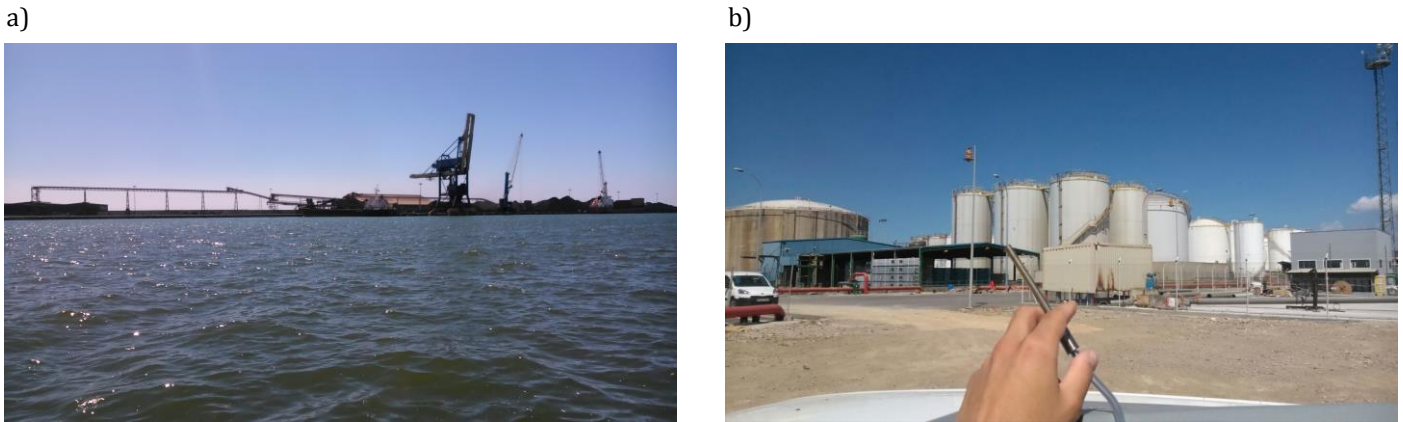
Com s'ha comentat, els valors trobats corresponen a emissions, no a immissions, per tant, la direcció del vent en aquest apartat i el següent no té tanta importància, però tot i així s'ha tingut en compte. En qualsevol cas, els resultats presentats demostren l'emissió de certs compostos, ja sigui en operatives de descàrrega o per respiració dels tancs d'emmagatzematge.

**Taula 15.** Resultats de VOCs a *Esplanada Hidrocarburs*:

Núm.	Compost	03.06.2015	15.07.2015	23.07.2015	29.07.2015
1	i-Pentà	> 25	1,58	0,98	n. d.
2	1-Pentè	n. d.	1,41	1,42	1,38
3	n-Pentà	> 100	2,79	2,74	2,99
4	Éter d'etil	0,75	n. d.	n. d.	n. d.
5	2-trans-pentè	5,23	< MQL	n. d.	n. d.
6	Isoprè	0,78	0,08	0,13	<MQL
7	2-cis-Pentè	5,85	< MQL	n. d.	n. d.
11	Disulfur de carboni	16,875	< MQL	<MQL	0,38
16	1-Hexè	2,58	< MQL	< MQL	<MQL
17	n-Hexà	> 100	< MQL	< MQL	n. d.
18	Metacrilonitril	> 5	n. d.	n. d.	n. d.
22	Cloroform	1,29	< MQL	0,11	<MQL
24	Tetrahidrofurà	> 5	Error*	< MQL	<MQL
26	1,2-Dicloretà	1,98	Error*	n. d.	n. d.
29	Benzè	6,48	Error*	4,74	0,84
30	Tetraclorur de carboni	1,03	Error*	0,77	0,70
32	i-Octà	5,4	Error*	n. d.	n. d.
33	n-Heptà	0,94	Error*	< MQL	< MQL
37	1,4-Dioxà	2,27	Error*	< MQL	<MQL
39	Metacrilat de metil	0,53	Error*	n. d.	<MQL
42	Toluè	> 10	Error*	2,77	< MQL
46	n-Octà	0,83	Error*	< MQL	< MQL
47	Dibromoclorometà	0,67	Error*	n. d.	n. d.
49	Tetracloretilè	0,32	Error*	n. d.	n. d.
50	Clorbenzè	< MQL	Error*	0,36	n. d.
52	Etilbenzè	0,94	Error*	< MQL	< MQL
53, 54	m-Xilè, p-Xilè	0,69	Error*	< MQL	< MQL
56	Estirè	0,63	Error*	0,28	0,24
57	o-Xilè	0,72	Error*	< MQL	< MQL
61	i-Propilbenzè	0,08	Error*	< MQL	n. d.
67	4-Etiltoluè	1,52	Error*	< MQL	n. d.
68	1,3,5-Trimetilbenzè	0,18	Error*	0,08	n. d.
72	1,2,4-Trimetilbenzè	0,53	Error*	< MQL	< MQL
73	1,3-Diclorbenzè	n. d.	Error*	< MQL	0,06
76	p-Isopropiltoluè	0,08	Error*	0,08	n. d.
78	1,2-Diclorbenzè	< MQL	Error*	0,11	n. d.
80	1,4-Dietilbenzè	0,15	Error*	n. d.	n. d.
81	n-Butilbenzè	0,05	Error*	< MQL	n. d.
85	Nitrobenzè	n. d.	Error*	0,73	n. d.
86	Naftalè	0,21	Error*	0,52	n. d.
88	1,2,3-Triclorbenzè	n. d.	Error*	0,04	n. d.
89	2-Metilnaftalè	0,1	Error*	0,18	n. d.
90	1-Metilnaftalè	< MQL	Error*	0,04	< MQL

\* L'analitzador del MS va deixar d'enregistrar

Com ja s'ha comentat, en aquest punt s'han mesurat possibles punts d'emissió igual que en el cas anterior. Les empreses que es troben aprop d'aquest punt són *Repsol Butà*, *TERQUIMSA* i *Euronergo*, tal i com es pot observar a la figura 21.



**Figura 30.** a) Moll de Catalunya. b) Dipòsits de *TERQUIMSA*.

Tal i com es mostra a la imatge a), s'ha considerat important mostrar la distància que presenta aquest punt de mostreig amb el Moll de Catalunya i el Moll de Navarra, sent d'uns 500 m. Ja que no es troba cap barrera que pugui impedir l'arribada de VOCs per part d'aquests molls, s'ha comprovat quines direccions de vent presentarien resultats d'immissió. Les direccions que abarquen la procedència d'ambdós molls oscil·len E-S. Com es pot veure a l'Annex II, en cap dia de mostreig s'han obtingut direccions de vent dintre d'aquest interval. És per això que, com que es troben concentracions de VOCs, s'han descartat els molls de Catalunya i Navarra com a emissors de VOCs.

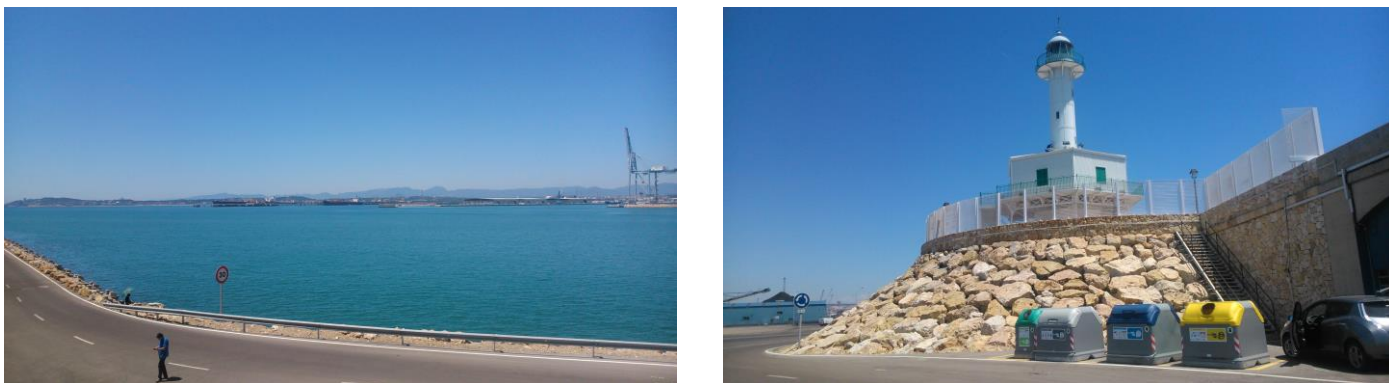
Els compostos característics que es poden trobar en aquest punt de mostreig són l'i-Pentà, l'1-Pentè, l'n-Pentà, el Benzè i el Toluè. Exceptuant el dia 3 de juny, els resultats dels tres primers compostos s'han mantingut pràcticament constants durant els quatre dies de mostreig. Cal destacar l'elevada concentració trobada el dia 3 de juny d'i-Pentà, n-Pentà, Disulfur de Carboni, n-Hexà, Benzè i Toluè, excedint en quatre dels sis casos l'extrem superior de l'interval de linealitat.

La resta de dies, els resultats han estat pràcticament nuls pel que fa a la majoria de VOCs, tot i que cal destacar un parell de resultats del dia 23 de juliol com són  $4,74 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  de Benzè i  $2,77 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  de Toluè, valors puntuals més elevats del normal, tot i que no s'ha pogut trobar el perquè.

**Taula 16.** Resultats de VOCs a *Far de la Banya*:

Núm.	Compost	03.06.2015	15.07.2015	23.07.2015	29.07.2015
1	i-Pentà	> 25	2,27	23,73	1,64
2	1-Pentè	n. d.	1,80	2,31	1,18
3	n-Pentà	41,01	4,22	12,63	2,18
5	2-trans-pentè	< MQL	< MQL	2,43	n. d.
6	Isoprè	0,2	0,23	0,34	n. d.
7	2-cis-Pentè	n. d.	n. d.	1,86	n. d.
9	Acrilonitril	n. d.	< MQL	0,08	n. d.
11	Disulfur de carboni	8,16	0,25	n. d.	0,36
16	1-Hexè	1,16	0,84	1,10	n. d.
17	n-Hexà	> 100	< MQL	< MQL	n. d.
18	Metacrilonitril	1,36	n. d.	n. d.	n. d.
22	Cloroform	2,14	0,09	0,10	<MQL
24	Tetrahidrofurà	1,23	< MQL	< MQL	< MQL
26	1,2-Dicloretà	0,33	< MQL	n. d.	n. d.
29	Benzè	1,89	< MQL	7,24	< MQL
30	Tetraclorur de carboni	0,8	0,68	0,72	0,70
32	i-Octà	0,77	n. d.	n. d.	n. d.
39	Metacrilat de metil	0,48	< MQL	n. d.	n. d.
42	Toluè	3,03	2,35	4,91	1,29
46	n-Octà	1,78	< MQL	n. d.	< MQL
50	Clorbenzè	n. d.	< MQL	0,52	< MQL
52	Etilbenzè	< MQL	< MQL	0,28	< MQL
53, 54	m-Xilè, p-Xilè	< MQL	< MQL	0,61	< MQL
56	Estirè	< MQL	0,23	0,28	<MQL
57	o-Xilè	< MQL	< MQL	0,58	< MQL
67	4-Etiltoluè	n. d.	1,46	< MQL	< MQL
68	1,3,5-Trimetilbenzè	< MQL	0,19	0,17	< MQL
72	1,2,4-Trimetilbenzè	< MQL	< MQL	0,50	<MQL
78	1,2-Diclorbenzè	n. d.	n. d.	0,09	n. d.
80	1,4-Dietilbenzè	n. d.	< MQL	0,31	n. d.
85	Nitrobenzè	n. d.	< MQL	0,73	n. d.
86	Naftalè	< MQL	n. d.	0,44	<MQL
89	2-Metilnaftalè	< MQL	0,09	< MQL	<MQL

Com a aclariment, es va decidir col·locar un punt al Far prenent com a hipòtesi que hauria de ser un blanc i, per tant, es podria disposar de la mateixa matriu d'aire que la resta de punts de mostreig però sense la presència de VOCs, ja que majoritàriament el vent en aquest punt prové de S-SO i, per tant, de mar, com es demostra en tots els dies de mostreig a l'Annex II.



**Figura 31.** Punt de mostreig *Far de la Banya*.

Per sorpresa nostra però, hi ha hagut una sèrie de compostos que s'han pogut trobar regularment en aquest punt com són l'i-Pentà, l'n-Pentà i el Toluè. Pel que fa a l'i-Pentà, el primer dia de mostreig es va obtenir una concentració major de  $25 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , juntament amb els  $23,73 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  obtinguts el tercer dia. En el cas de l'n-Pentà, s'han trobat concentracions de  $41,01 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  i  $12,63 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , corresponents als dies 3 de juny i 23 de juliol respectivament. Pel que fa al Toluè, cal dir que a cada anàlisi s'ha trobat a una concentració constant i elevada (tractant-se d'aquest punt de mostreig), arribant a un màxim de  $4,91 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ .

Cal destacar especialment el pic de benzè obtingut el tercer dia de mostreig, arribant a  $7,24 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  i situant-se com el valor més elevat obtingut d'aquest compost en tot el treball.

Com que al far de la banya teòricament només s'hi haurien d'obtenir resultats d'immissió, en els dos casos que s'han trobat els resultats de VOCs més elevats i, conseqüentment, les concentracions de benzè més elevades, s'ha analitzat la procedència del vent. El dia 3 de juny va ser provinent de SSO abans i durant el mostreig, direcció que indica procedència de mar. Pel que fa al tercer dia de mostreig, la direcció del vent provenia de SO i per tant provenia també de mar, però en aquest cas seguint la direcció del Dic de Llevant.

Es planteja la hipòtesi que hi hagués un vaixell petrolífer (*KRASLAVA*) a la monoboia de Repsol Petrolí, ja que figura a l'històric del Port<sup>26</sup> i no apareix a la llista de l'Annex II. En el programa informàtic que s'ha fet servir, només ens informa que els vaixells són per *Repsol Petrolí*, no ens indica si la seva ubicació és a la monoboia (coincidiria amb la procedència del vent) o al Pantalà. Per a futurs mostrejos és una variable a tenir en compte.

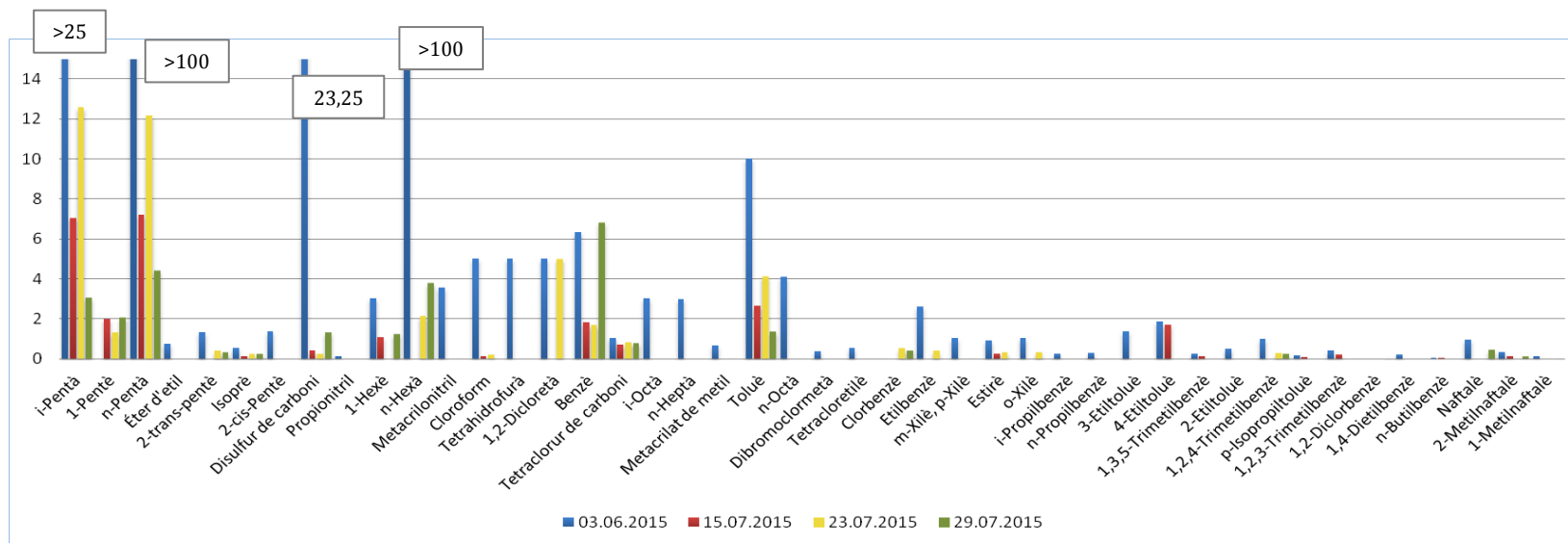


Figura 32. Representació gràfica de les concentracions de VOCs ( $\mu\text{g m}^{-3}$ ) a Cantàbria.

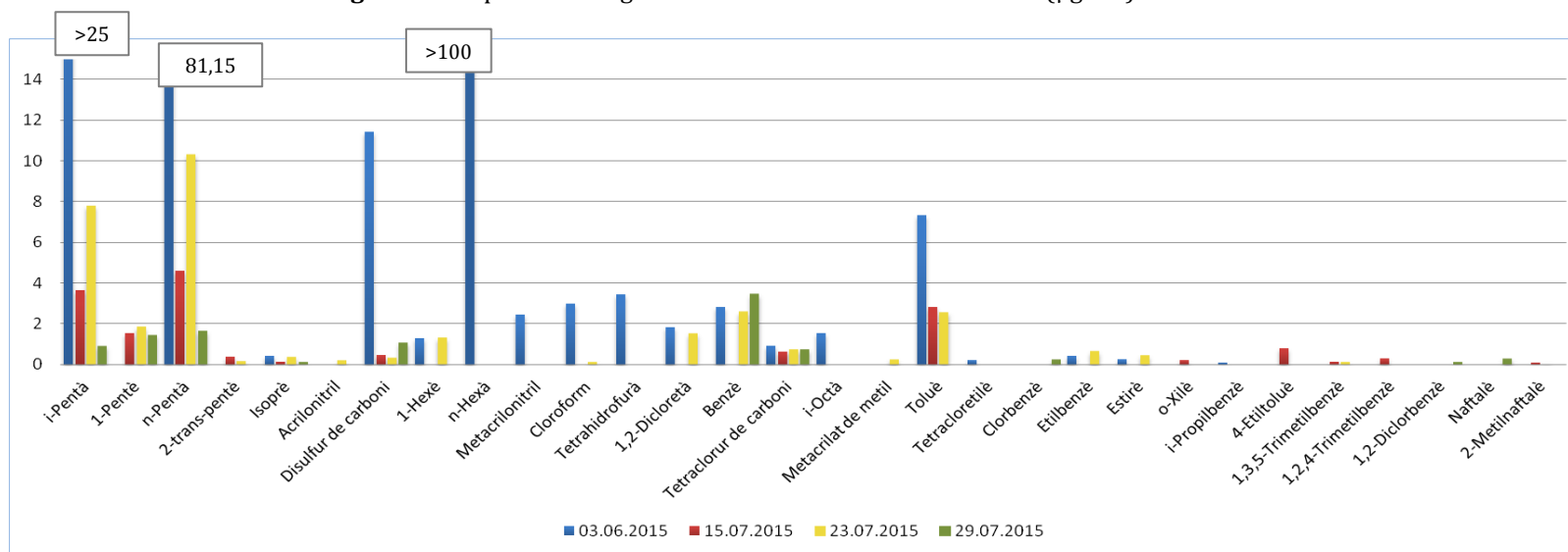


Figura 33. Representació gràfica de les concentracions de VOCs ( $\mu\text{g m}^{-3}$ ) a Bombers.

### Determinació de Contaminants Atmosfèrics al Port de Tarragona.

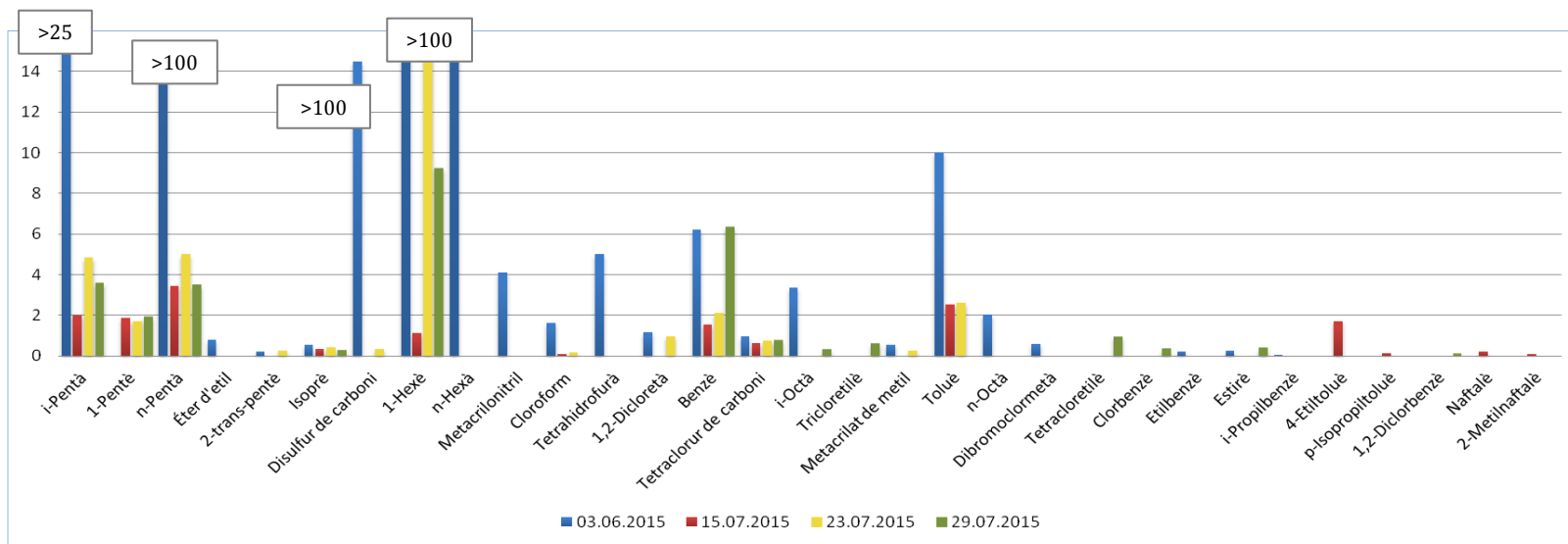


Figura 34. Representació gràfica de les concentracions de VOCs ( $\mu\text{g m}^{-3}$ ) a Cabina MA.

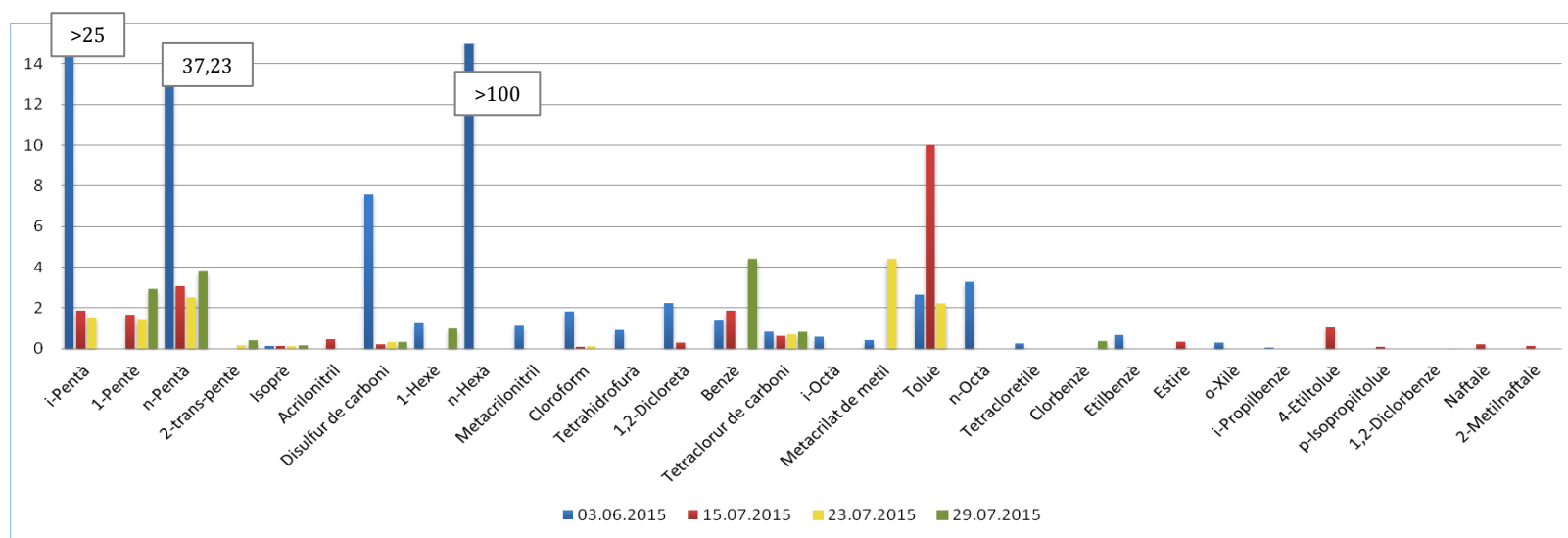


Figura 35. Representació gràfica de les concentracions de VOCs ( $\mu\text{g m}^{-3}$ ) a Pàrquing Química.

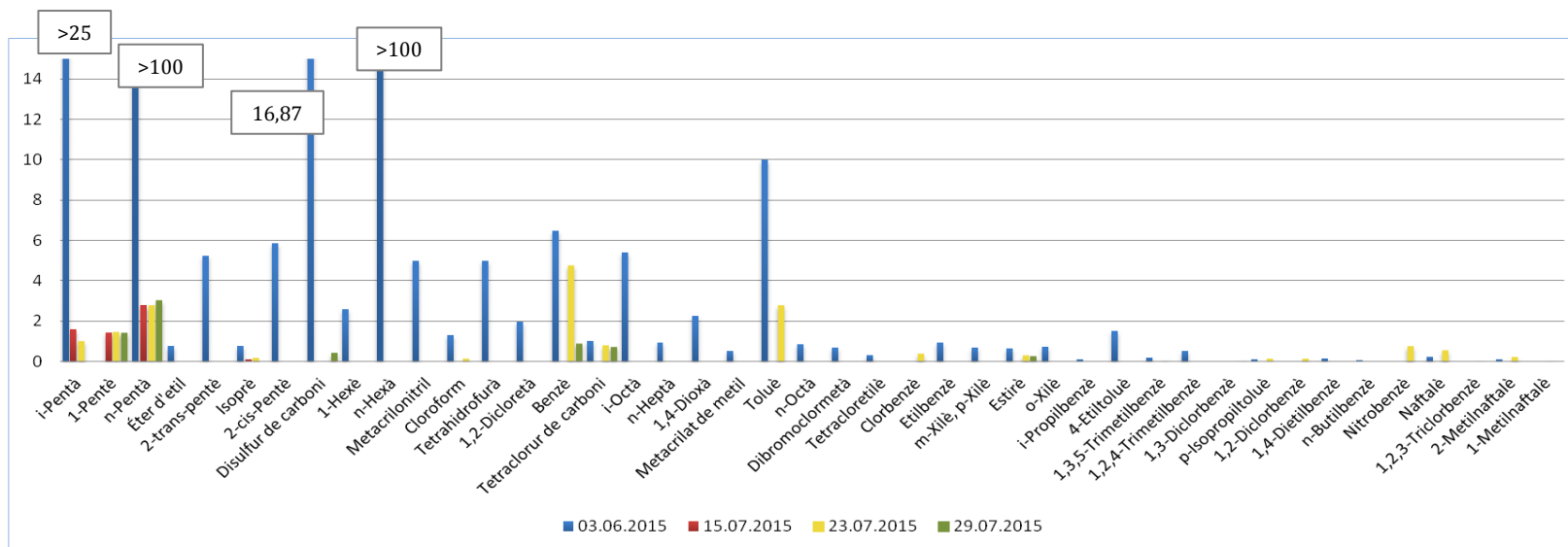


Figura 36. Representació gràfica de les concentracions de VOCs (µg m<sup>-3</sup>) a Esplanada Hidrocarburs.

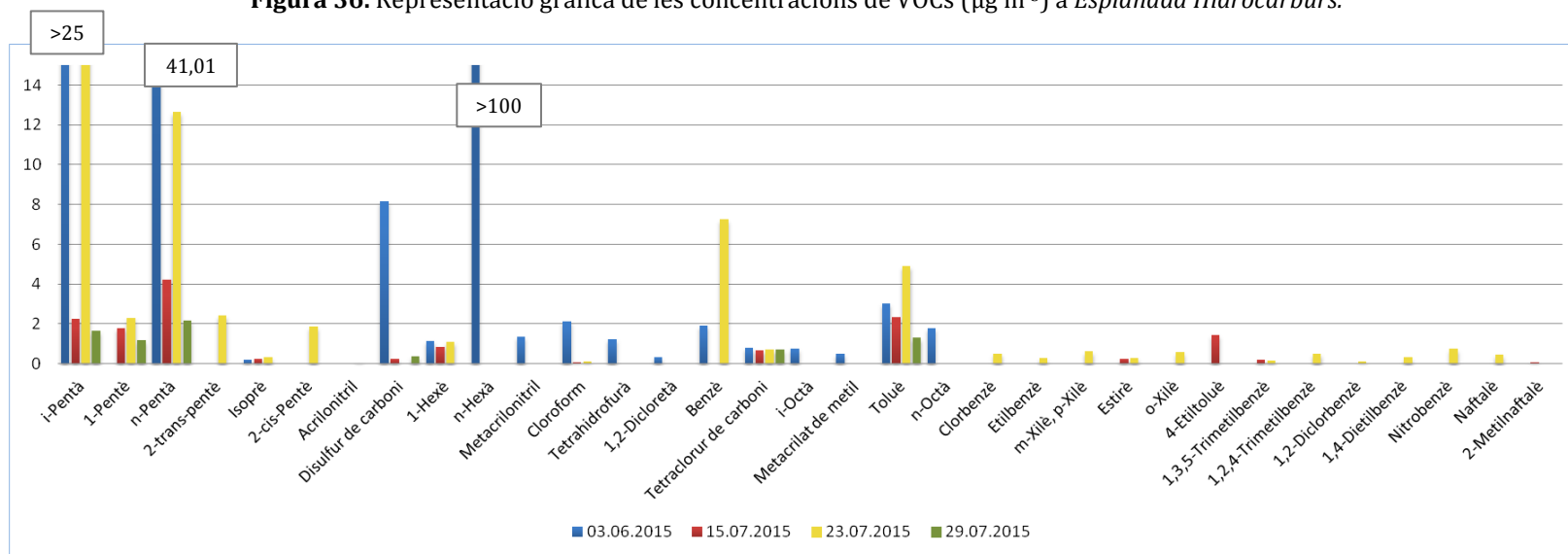
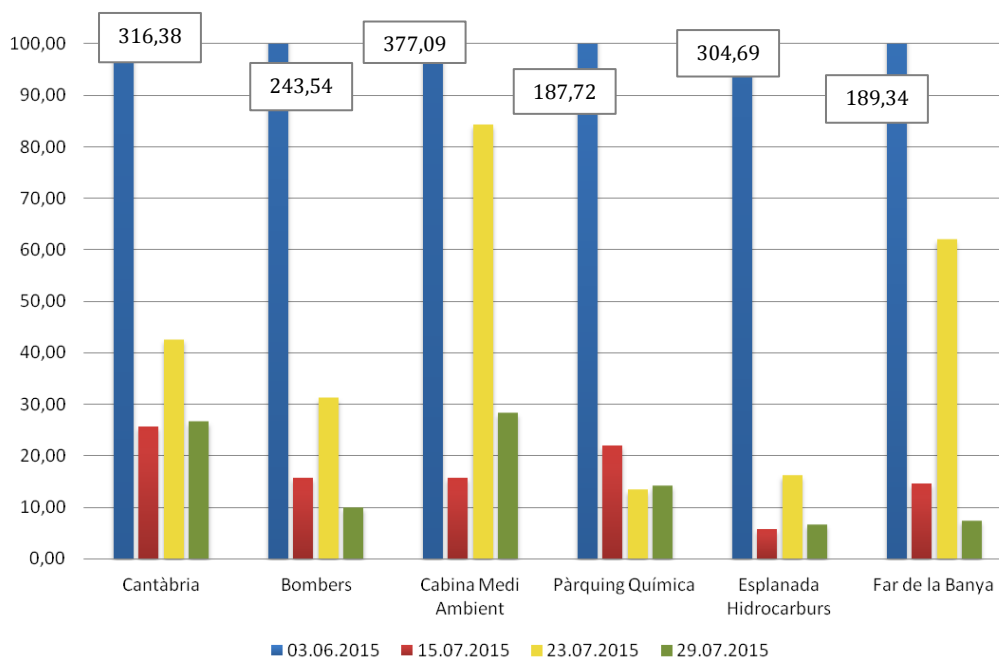


Figura 37. Representació gràfica de les concentracions de VOCs (µg m<sup>-3</sup>) a Far de la Banya.

### Determinació de Contaminants Atmosfèrics al Port de Tarragona.



**Figura 38.** Concentracions total de VOCs ( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) en els diferents punts de mostreig.

Com es pot observar a les figures 32-37, el dia 3 de juny els compostos i-Pentà, n-Pentà i n-Hexà superen la part superior de l'interval de linealitat en tots els punts de mostreig. Cal destacar també que en les 24 mostres preses, s'han trobat valors elevats de Benzè i Toluè.

Pel que fa als resultats globals de la concentració de VOCs, tenint en compte els quatre mostrejos realitzats en cada punt, cal dir que el lloc que s'ha trobat major concentració d'aquests contaminants ha estat el punt *Cabina MA*, seguit de *Cantàbria*, *l'Esplanada d'hidrocarburs*, els *Bombers*, el *Far de la Banya* i, sorprenentment, el *Pàrquing de la Química* en última posició, tal i com es demostra a la taula 17. S'ha descartat per tant la hipòtesi inicial de considerar el punt *Far de la Banya* com un blanc.

**Taula 17.** Concentració de VOCs total de cada punt tenint en compte els quatre dies de mostreig .

Punt de mostreig	03.06.2015	15.07.2015	23.07.2015	29.07.2015	Total ( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ )
Cantàbria	316,38	25,72	42,57	26,56	<b>411,22</b>
Bombers	243,54	15,73	31,17	9,87	<b>300,31</b>
Cabina Medi Ambient	377,09	15,68	84,28	28,26	<b>505,30</b>
Pàrquing Química	187,72	22,05	13,28	14,13	<b>237,18</b>
Esplanada Hidrocarburs	304,69	5,86	16,06	6,59	<b>333,19</b>
Far de la Banya	189,34	14,70	61,93	7,35	<b>273,32</b>

## Conclusions:

Els resultats de PAHs totals han oscil·lat de  $0,182 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$  a  $1,598 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$  en les mostres preses actualment, valors notablement baixos. S'esperen futures mostres per poder demostrar el seu augment de concentració en períodes més freds a causa de la inversió tèrmica.

L'únic PAH regulat per normativa, el Benzo(a)pirè, en cap cas ha sobrepassat el límit de concentració d' $1 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$  com a valor puntual.

S'ha validat exitosament el mètode ASE/GC-MS amb un material de referència certificat (CRM), obtenint resultats molt satisfactoris. Gràcies a això, s'ha decidit participar en un exercici interlaboratori, amb laboratoris participants de tots els indrets de Catalunya, per tal d'avaluar el nostre mètode per determinar PAHs.

S'ha demostrat la presència de les dues famílies de compostos estudiades en aquest treball al Port de Tarragona, tot i que a diferents nivells de concentracions, així com la validació dels dos mètodes analítics emprats.

L'i-Pentà, juntament amb l'n-Pentà i l'n-Hexà, són els compostos que han donat resultats més elevats. Estudis anteriors mostren que l'i-Pentà és un dels compostos trobats a majors concentracions quan es realitzen mostrejos al voltant de zones industrials<sup>24</sup>.

S'observen perfils de VOCs diferents segons el seu punt de mostreig, fet que indica que la presència d'activitats industrials influeix en la presència d'aquests compostos a l'atmosfera.

De les 24 mostres preses de VOCs, en 6 d'elles s'ha superat els  $5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  de benzè, o el que és el mateix, en un 25%. Cal destacar també que s'han trobat valors elevats de Toluè en la majoria de mostrejos i un valor pràcticament constant en totes les mostres de Tetraclorur de Carboni, tot i que a molt baixa concentració (compost prohibit per la seva toxicitat).

A causa dels resultats extremadament elevats del primer dia de mostreig, s'ha intentat trobar possibles fonts d'emissió. El fet de trobar-se valors semblants en tot el Port però, ens ha impedit poder concloure d'on podria provenir el focus emissor, ja que punts com *Cantàbria* o la *Cabina MA* tenien resultats semblants amb direccions de vent diferents.

## Bibliografia

### PAHs:

- <sup>1</sup> J.C. Larsen, P.B. Larsen, Air Pollution and Health, The Royal Society of Chemistry, 1998.
- <sup>2</sup> P. Šimko, J. Chromatogr. B 770 (2002) 3.
- <sup>3</sup> M. Bates, P. Bruno, M. Caputi, M. Caselli, G. de Gennaro, M. Tutino, Atmos. Environ. 42 (2008) 6144.
- <sup>4</sup> A. Palma, Compostos orgànics volàtils a l'atmosfera, Suport a la gestió ambiental d'activitats en el municipi, Diputació de Barcelona, Barcelona, 2004.
- <sup>5</sup> IARC Monographs on the evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Volume 92, France, 2010, 36-37.
- <sup>6</sup> WHO, Air Quality Guidelines, Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs), Europe, 2000, [http://www.euro.who.int/\\_data/assets/pdf\\_file/0015/123063/AQG2ndEd\\_5\\_9PAH.pdf](http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0015/123063/AQG2ndEd_5_9PAH.pdf) (16 juliol de 2015).
- <sup>7</sup> R. Mohanraj, P.A. Azeez, Resonance 8 (2003) 20.
- <sup>8</sup> J. Dejmek, I. Solansky, I. Benes, J. Lenicek, R.J. Sram, Environ. Health Perspect. 108 (2000) 1159.
- <sup>9</sup> R.J. Sram, B.B. Binkova, J. Dejmek, M. Bobak, Environ. Health Perspect. 113 (2005) 375.
- <sup>10</sup> K. Srogi, Environ. Chem. Letters 5 (2007) 169.
- <sup>11</sup> K. Sexton, S.H. Linder, D. Marko, H. Bethel, P.J. Lupo, Environ. Health Perspect. 115 (2007) 1388.
- <sup>12</sup> K. Sexton, D. Hattis, Environ Health Perspect 115 (2007) 825.
- <sup>13</sup> Real Decreto 102/2011, relatiu a la millora de la qualitat de l'aire, 2011.
- <sup>14</sup> N. Ramírez, A. Cuadras, E. Rovira, R.M. Marcé, F. Borrull, Environ. Health Perspect. 119 (2011) 1110.
- <sup>15</sup> M. Kishida, A. Nishikawa, K. Fujimori, Y. Shibutani, J. Hazard. Mater. 192 (2011) 1340.
- <sup>16</sup> Y. Zhang, S. Tao, Atmos. Environ. 43 (2009) 812.
- <sup>17</sup> L. Pozzoli, S. Gilardoni, M.G. Perrone, G. De Gennaro, M. De Rienzo, D. Vione, Annali di Chimica, 94, 2004.
- <sup>18</sup> M.S. Callén, M.T. de la Cruz, J. M. López, A. M Mastral, Fuel Processing Technology, 92 (2011) 196.
- <sup>19</sup> K. Kim, S. Ara Jahan, E. Kabir, R. J. C. Brown, Environment International 60 (2013) 71.

### VOCs:

- <sup>20</sup> WHO, Air Quality Guidelines for Europe, 2nd Edition, 2000.
- <sup>21</sup> M.R. Ras, F. Borrull, R.M. Marcé, Trends Anal. Chem. 28 (2009) 347.
- <sup>22</sup> N. Ramírez, A. Cuadras, E. Rovira, F. Borrull, R.M. Marcé, Talanta 82 (2010) 719.
- <sup>23</sup> N. Ramírez; *Organic Contaminants in Environmental Atmospheres and Waters*; Universitat Rovira i Virgili, 2011, pp. 11-25.
- <sup>24</sup> M.R. Ras, R.M. Marcé, F. Borrull, Environ. Monit. Assess. 161 (2010) 389.
- <sup>25</sup> M.R. Ras, R.M. Marcé, F. Borrull, Science of the Total Environment. 407 (2009) 4312.
- <sup>26</sup> <http://lonja.portel.es/aplicaciones/gisweb/giswebport/historicos/getForm.asp?CodBuq=9314844&FecIni=23/07/2015&FecFin=23/07/2015>
- <sup>27</sup> 100 RD 1796/2003 relatiu a l'ozó en l'aire, 2003.



Martí Àvila Llopis

ANNEXOS

DETERMINACIÓ DE CONTAMINANTS ATMOSFÈRICS AL PORT DE  
TARRAGONA

Dirigit per Albert González Freixas

Grau de Química

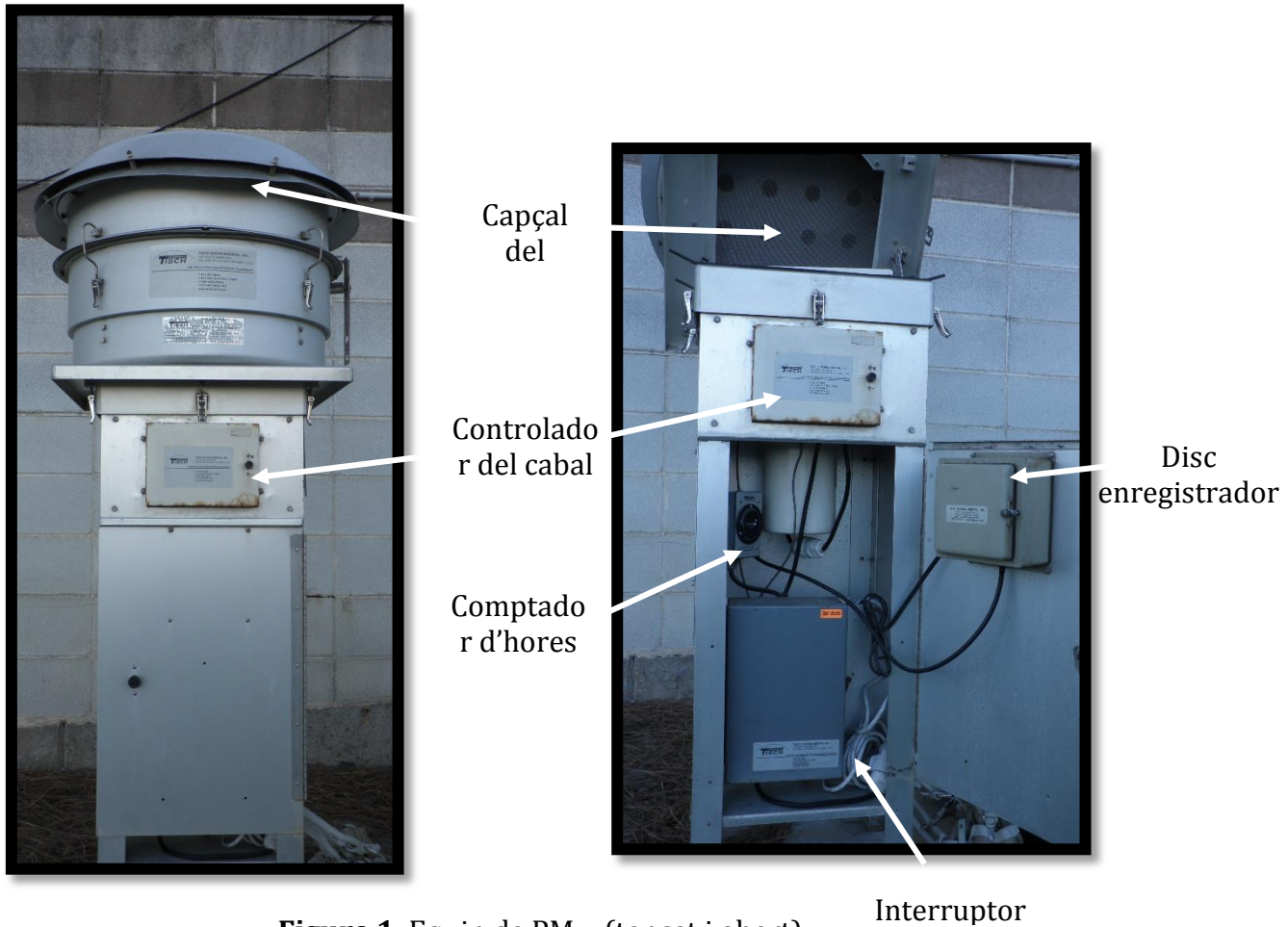


UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Tarragona

2015

**Annex I: Calibratge del motor TE-117415, 220 Volt, de TISCH:**



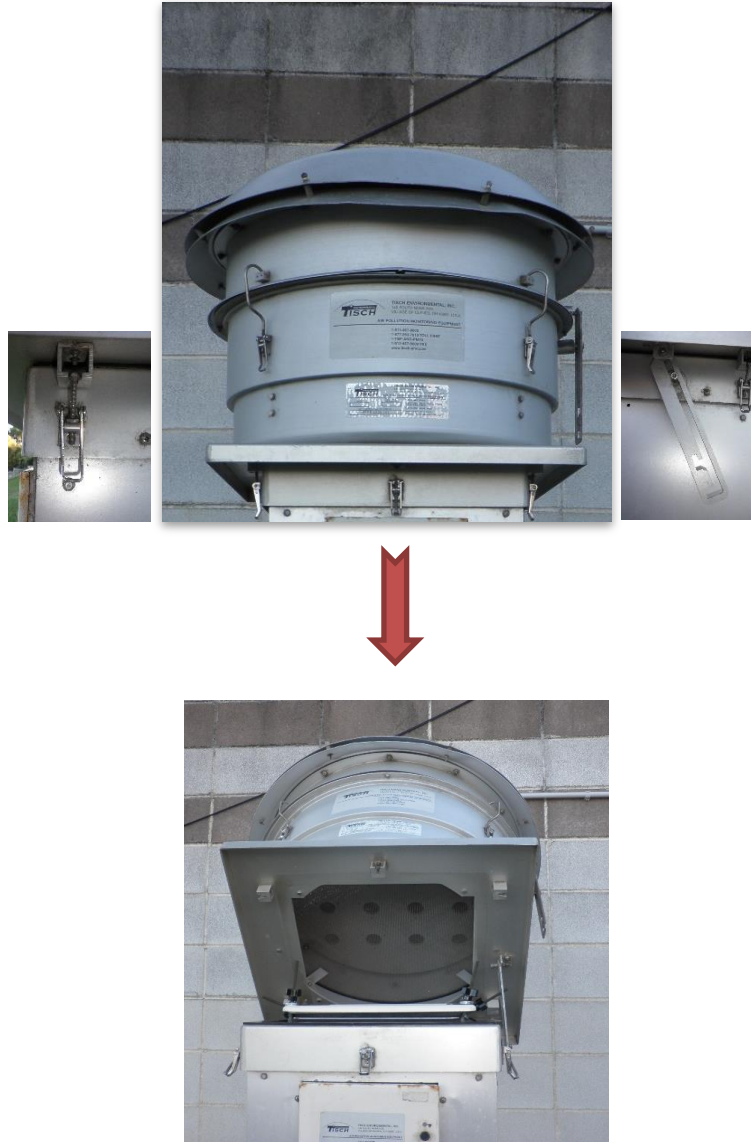
**Figura 1.** Equip de PM<sub>10</sub> (tancat i obert).

Per a realitzar aquest calibratge és necessari un maletí que es troba al magatzem de la facultat. En aquest maletí es troba l'slack tube, una tapa blanca per calibrar i una peça cònica (Figura 2).



**Figura 2.** Maletí per calibrar PM<sub>10</sub>.

Per a començar a calibrar l'equip, primer aixecarem el capçal del captador, obrint els ganxos que trobem just a la part de sota, de tal manera que quedi exposada la tapa on es col·loca el filtre (Figura 3).



**Figura 3.** Capçal del captador de PM10 (tancat i obert).

Ens fixem en la tapa blanca (on es col·loca el filtre de PM10) que hi ha en el capçal del captador. Descargolant els 4 cargols negres, traiem la tapa i col·loquem la que trobem al maletí (que té un forat enmig). Aquí enrosquem la peça cònica que té els 4 forats i la deixem de tal manera que quedin oberts els forats (Figura 4C i 4D).



**Figura 4.** Passos per a col·locar la peça de calibratge.

Com hem vist a la Figura 1 després del capçal del captador hi ha un controlador del cabal. Si obrim la porteta veiem el que es mostra a la Figura 5. Aquí regularem el cabal que volem que aspiri el captador amb l'ajut d'un petit tornavís.

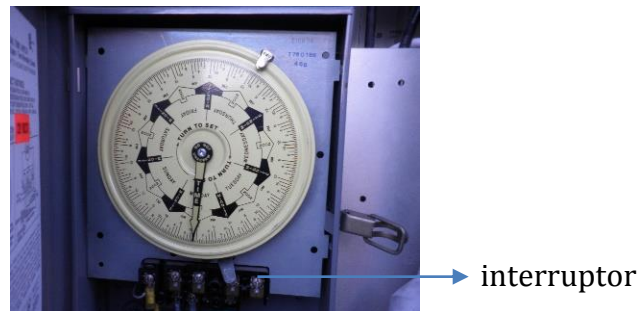


Continuem baixant pel captador i anem a la part inferior. Obrim la porta frontal inferior del captador. El dibuix es mostra a la Figura 6. Aquí quedarà al descobert el comptador d'hores, el motor i dos portetes més. En la gris inferior es troba l'interruptor, i a la porta de la dreta és on es col·loca el disc enregistrator.



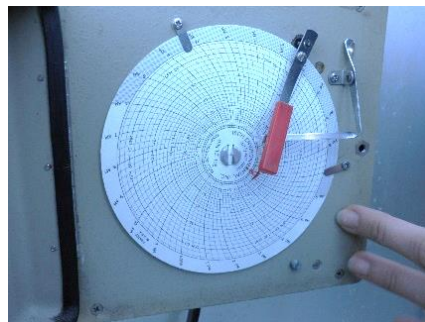
**Figura 6.** Part inferior de l'equip de PM10

Per a començar a calibrar hem d'encendre el motor amb l'interruptor (Figura 7).



**Figura 7.** Interruptor.

Per saber quin cabal està aspirant col·loquem un disc a la porta dreta de la Figura 6. Aquí mirarem fins quin valor puja el retolador vermell en el dibuix del disc (Figura 8).



**Figura 8.** Disc enregistrator del cabal.

Imaginem que marca 40. Com que jo vull fer una recta de 20 fins a 60, el deixaré en la posició de 20 i aniré pujant. Per a fer això necessito un petit tornavis que es troba junt amb el controlador màssic. El col·loco al forat on passa "flow adjust" com es veu a la Figura 9 i el vaig girant fins que veig que en el disc em marca uns 20.



**Figura 9.** Ajust del cabal en el controlador màssic.

Ara que ja el tinc a 20 (primer punt de la recta) necessito saber quin valor li correspon. Per a això necessito el slack tube que em dirà fins a on puja l'aigua. Per posar l' slack tube, parem el motor i treiem el tub negre que trobem al disc (Figura 10).



**Figura 10.** Tub que s'ha de treure per posar el slack tube.

Connectem el tub negre al Slack Tube obrint els dos taps per a deixar-lo a pressió atmosfèrica i encenem el motor un altre cop (Figura 11):



**Figura 11.** Slack tube connectat al equip de PM10.

Anotem el valor de l'aigua (el que ha pujat per un costat i el que ha baixat per l'altre) i apaguem el motor. Ja tenim el nostre primer punt de la recta. Recordem que el valor que li correspondrà a aquest 20 és la suma del valor que ha pujat més el valor que ha baixat des del 0.

Per trobar el segon punt, tornem a ficar el tub al disc (Figura 10) i encenem un altre cop el motor. Ara amb el tornavís, girarem fins que en el disc marqui 30 que serà el segon punt de la nostra recta i repetim la mateixa metòdica que amb el 20, apaguem el motor, fiquem el tub l'Slack Tube i connectem el motor i apuntem el valor de l'aigua (el que ha pujat i el que ha baixat).

Un cop finalitzat el calibratge, escollim un punt intermig de la recta per a que faci les mesures. Per fer-ho, baixar amb el tornavís fins a un valor adequat per a tenir uns 1000 m<sup>3</sup> d'aire aspirat (ho sabrem després de calibrar). Treiem la peça cònica del capçal i la placa blanca on anava enroscada. Col·loquem la placa amb el filtre (Figura 4A) i ajustem el cabal d'aire amb el tornavís al valor que volem (al voltant de 30) per a obtenir aquests 1000 m<sup>3</sup>.

No oblidem posar un disc enregistrador nou cada cop que posem un filtre nou. Aquí ens quedarà dibuixat un cercle de les 24 hores i a quin valor s'ha fet el mostreig (si varia es fa la mitjana).

A continuació es detallen els passos que cal seguir per a omplir els fulls Excel amb els valors trobats experimentalment. Amb aquests càlculs es troba el valor d'aire expressat en m<sup>3</sup> que aspira el captador en cada mostreig.

NOTA: En el full *Excel* existeix una altra recta. Aquesta és la que venia com a certificat en el moment que es va comprar l'equip. NO canviar el valor d'aquestes cel·les.

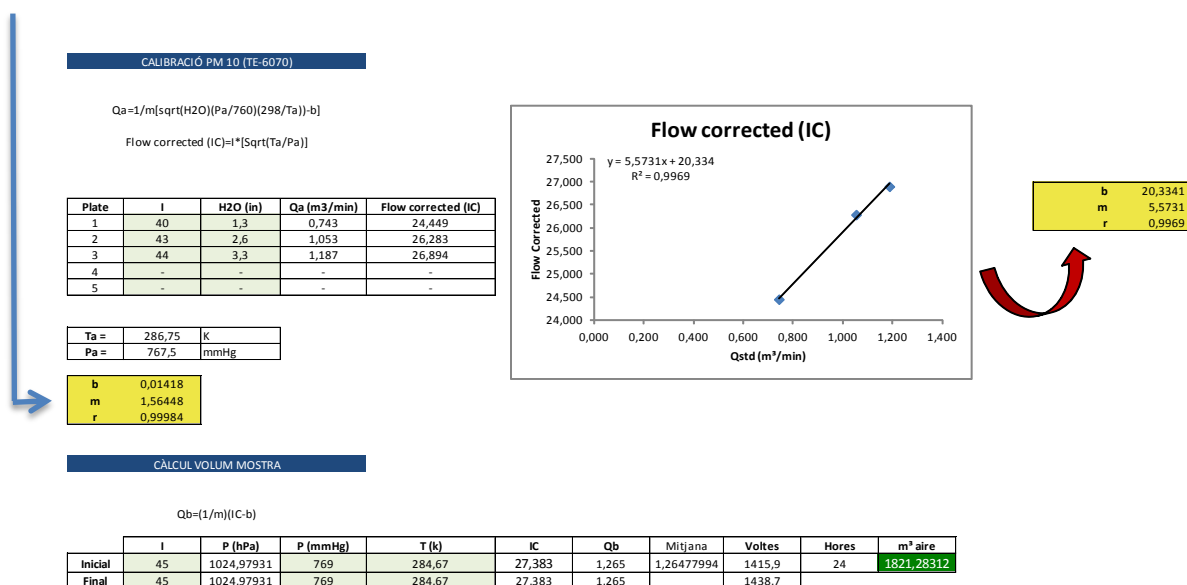


Figura 4. Calibratge del motor TE-17415

Les cel·les pintades en verd clar són les que substituïrem pels nostres valors experimentals.

En primer lloc posar els valors de la nostra recta experimental en la primera taula. Substituir els valors en vermell i l'excel a través de les fórmules que es mostren a continuació, calcularà els valors de Qstd i flow corrected. En aquests càlculs utilitza a més el valor de **m** i **b** de la recta donada per l'equip. També requereix de la T<sup>a</sup> i la P del moment del calibratge.

$$Q_a = 1/m[\sqrt{(H_2O)(P_a/760)(298/T_a)} - b]$$

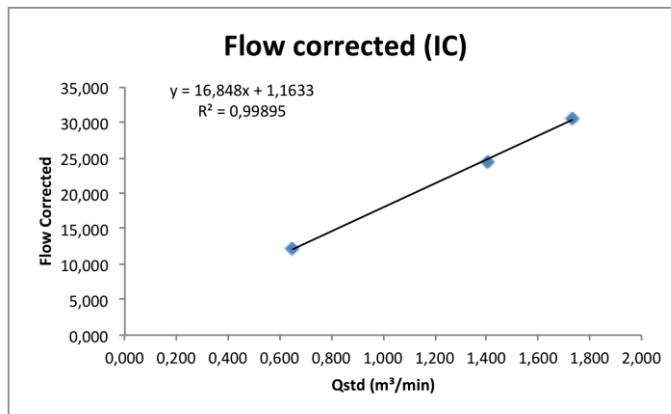
$$\text{Flow corrected (IC)} = I * [\sqrt{(T_a/P_a)}]$$

Plate	I	H2O (in)	Qa (m3/min)	Flow corrected (IC)
1	20	1	0,650	12,225
2	40	4,6	1,402	24,449
3	50	7	1,731	30,562
4	-	-	-	-
5	-	-	-	-

Ta =	286,75	K
Pa =	767,5	mmHg

<b>b</b>	0,01418
<b>m</b>	1,56448
<b>r</b>	0,99984

Quan tinguem tot això fet, l'Excel ens mostra una recta, la nostra recta de calibratge. Ara anotarem els valors de pendent i d'ordenada a l'origen en les cel·les en verd, a la dreta del gràfic. Així en els pròxims càlculs les fórmules introduïdes agafaran aquests valors.



<b>b</b>	1,1633
<b>m</b>	16,8479
<b>r</b>	0,9989

Fins aquí és la part de calibratge. Ara cada dia que es mostregi s'anirà omplint la següent part del full excel a fi de calcular els m<sup>3</sup> que aspira el captador.

**CÀLCUL VOLUM MOSTRA**

$$Q_b = (1/m)(IC - b)$$

	I	P (hPa)	P (mmHg)	T (k)	IC	Qb	Mitjana	Voltes	Hores	m <sup>3</sup> aire
Inicial	45	1024,97931	769	284,67	27,383	1,556	1,55624689	1415,9	24	2240,99553
Final	45	1024,97931	769	284,67	27,383	1,556		1438,7		

En aquesta taula hem de substituir les cel·les en verd clar:

1. Posar el valor de I en el que s'ha fet el mostreig (inicial i final).
2. Pressió mitja del dia del mostreig (Port Control/Reus).
3. T<sup>a</sup> mitjana del dia del mostreig (Port Control/Reus).
4. N<sup>o</sup> de voltes que ha marcat el comptador del captador (inici i final del mostreig).

Ja tenim els m<sup>3</sup> d'aire aspirat en el temps estimat (aprox. 24h).

$$m^3 \text{aire} = \overline{Qb} * 60 * \text{Hores}$$

En el moment en que es torni a calibrar l'equip (p.ex. mensualment) es farà un nou full i les noves mostres es portaran a aquest nou full.

**Annex II:**

Cantàbria	Pàrquing Químic
Bombers	Esplanada Hidrocarburs
Cabina MA	Far de la Banya

03/06/15

Data/hora	Velocitat vent (Km/h)	Ràfega màxima (Km/h)	Direcció (º)	Direcció (Lletra)
03/06/15 8:00	9,33	12,14	35,14	NE
03/06/15 8:10	8,74	10,66	52,83	NE
03/06/15 8:20	8,85	10,58	18,63	NNE
03/06/15 8:30	8,48	10,16	12,49	NNE
03/06/15 8:40	6,23	8,33	20,83	NNE
03/06/15 8:50	5,90	7,34	49,31	NE
03/06/15 9:00	4,52	6,21	108,20	ESE
03/06/15 9:10	3,94	5,08	49,76	NE
03/06/15 9:20	0,70	3,25	68,81	ENE
03/06/15 9:30	2,55	4,23	171,70	S
03/06/15 9:40	4,86	6,35	153,70	SSE
03/06/15 9:50	7,01	8,33	165,00	SSE
03/06/15 10:00	7,60	9,10	163,20	SSE
03/06/15 10:10	6,88	8,25	173,00	S
03/06/15 10:20	6,80	8,68	168,10	S
03/06/15 10:30	7,84	9,31	169,40	S
03/06/15 10:40	8,20	9,95	163,60	SSE
03/06/15 10:50	7,34	8,89	164,20	SSE
03/06/15 11:00	6,64	8,40	167,30	SSE
03/06/15 11:10	7,29	9,45	167,80	S
03/06/15 11:20	7,85	11,50	178,40	S
03/06/15 11:30	8,86	11,36	190,20	S
03/06/15 11:40	8,50	11,57	191,20	SSO
03/06/15 11:50	8,96	11,36	196,30	SSO
03/06/15 12:00	8,17	10,16	198,50	SSO
03/06/15 12:10	9,10	11,08	198,00	SSO
03/06/15 12:20	10,52	11,85	201,30	SSO
03/06/15 12:30	10,35	11,92	201,30	SSO
03/06/15 12:40	10,93	12,84	199,70	SSO
03/06/15 12:50	11,39	12,84	195,50	SSO
03/06/15 13:00	11,26	13,76	195,00	SSO
03/06/15 13:10	10,74	13,33	192,90	SSO
03/06/15 13:20	10,95	13,33	194,10	SSO
03/06/15 13:30	12,84	14,54	195,50	SSO
03/06/15 13:40	12,83	14,89	197,40	SSO
03/06/15 13:50	12,49	13,97	197,30	SSO
03/06/15 14:00	13,52	16,16	195,40	SSO
03/06/15 14:10	12,74	15,66	191,00	SSO
03/06/15 14:20	12,04	15,74	197,90	SSO
03/06/15 14:30	13,04	14,54	196,20	SSO
03/06/15 14:40	12,78	15,17	198,90	SSO
03/06/15 14:50	13,62	15,45	199,60	SSO
03/06/15 15:00	14,10	16,58	201,50	SSO



### ESCALAS Y ATRAQUES

<b>Escala</b>	<b>T - 2015 - 1.285</b>			<b>Situación:</b>	<b>INICIADA</b>
<b>E.T.A.:</b>	01/06/2015 14:30	<b>E.T.D.:</b>	05/06/2015 08:00	<b>Días:</b>	5
<b>Buque:</b>	9674828 HERBANIA	<b>Año construcción:</b>	2.013	<b>Manga:</b>	18,22
<b>Estado:</b>	ES ESPAÑA	<b>Eslora:</b>	109,90	<b>TPM:</b>	7.066
<b>Tipo de buque:</b>	TO PETROLERO	<b>Calado máximo:</b>	7,20	<b>GT:</b>	5.662
<b>Línea:</b>		<b>Puntal:</b>	10,00	<b>I.M.O.:</b>	9674828
<b>Armador:</b>	DM PETROGAS				
<b>Puerto origen:</b>	ES ALG ALGECIRAS				
<b>Puerto destino:</b>	ZZ ZZZ A ORDENES				

**Observaciones escala**

<b>Atrake</b>	<b>1</b>	<b>Situación:</b>	<b>FINALIZADO</b>
<b>Solicitado</b>		<b>Concedido / Real</b>	
Fecha solicitud:	01/06/2015	Fecha autorización / denegación:	01/06/2015
Fecha atraque previsto:	01/06/2015 11:00	Fecha atraque concedido / real:	01/06/2015 14:30
Fecha desatraque previsto:	01/06/2015 11:01	Fecha desatraque concedido / real:	04/06/2015 02:58
Muelles preferentes:	34_FONDEO ZONA 2	Muelles preferentes:	34_FONDEO ZONA 2
Norays / Plataforma:	0 - 0	Norays / Plataforma:	0 - 0
Atrake:		Atrake:	
<b>Consignatario:</b> AG. MARITIMA TRANSHISPANICA S.		<b>Calado llegada:</b>	7,20
		<b>Calado salida:</b>	7,20

**Observaciones atraque**

**Operaciones**

No existen operaciones asociadas al atraque / fondeo

<b>Atrake</b>	<b>2</b>	<b>Situación:</b>	<b>INICIADO</b>
<b>Solicitado</b>		<b>Concedido / Real</b>	
Fecha solicitud:	29/05/2015	Fecha autorización / denegación:	01/06/2015
Fecha atraque previsto:	01/06/2015 11:00	Fecha atraque concedido / real:	04/06/2015 04:05
Fecha desatraque previsto:	05/06/2015 08:00	Fecha desatraque concedido / real:	
Muelles preferentes:	21_PANTALAN ASESA / P20	Muelles preferentes:	21_PANTALAN ASESA / P20
Norays / Plataforma:	0 - 0	Norays / Plataforma:	0 - 0
Atrake:	AEM ATRACADO ESTRIBOR AL MUELLE	Atrake:	AEM ATRACADO ESTRIBOR AL MUELLE
<b>Consignatario:</b> AG. MARITIMA TRANSHISPANICA S.		<b>Calado llegada:</b>	6,80
		<b>Calado salida:</b>	5,70

**Observaciones atraque**

**Operaciones**

Tipo Oper.	Mercancía	Cantidad	Und.	Estibador
DESEMBARQUE	RESIDUO PDA (ASFALTO)	4.900,00	T	ASFALTOS ESPAÑOLES S.A. (ASESA)
EMBARQUE	ASFALTO	5.400,00	T	ASFALTOS ESPAÑOLES S.A. (ASESA)



## ESCALAS Y ATRAQUES

<b>Escala</b>	<b>T - 2015 - 1.262</b>	<b>Situación:</b>	<b>INICIADA</b>
---------------	-------------------------	-------------------	-----------------

E.T.A.: 30/05/2015 23:42 E.T.D.: 05/06/2015 23:00 **Días:** 7

<b>Buque:</b> 9376854 DOMINIA	<b>Año construcción:</b> 2.009	<b>Manga:</b> 31,00
<b>Estado:</b> IT ITALIA	<b>Eslora:</b> 175,97	
<b>Tipo de buque:</b> TO PETROLERO	<b>Calado máximo:</b> 11,10	<b>TPM:</b> 40.174
<b>Línea:</b>	<b>Puntal:</b> 17,20	<b>GT:</b> 25.385
<b>Armador:</b> MORFINI S.P.A.	<b>I.M.O.:</b> 9376854	

**Puerto origen:** SA RAB RABIGH  
**Puerto destino:** ZZ ZZZ A ORDENES

### Observaciones escala

<b>Atrake</b>	<b>1</b>	<b>Situación:</b>	<b>FINALIZADO</b>
---------------	----------	-------------------	-------------------

Solicitado	Concedido / Real
Fecha solicitud: 31/05/2015	Fecha autorización / denegación: 31/05/2015
Fecha atraque previsto: <b>Días: 0</b>	Fecha atraque concedido / real: 30/05/2015 23:42 <b>Días: 5</b>
Fecha desatraque previsto:	Fecha desatraque concedido / real: 03/06/2015 07:05
Muelles preferentes: 34_FONDEO ZONA 2	Muelles preferentes: 34_FONDEO ZONA 2
Norays / Plataforma: 0 - 0	Norays / Plataforma: 0 - 0
Atrake:	Atrake:

Consignatario: AARUS MARITIMA, S.A. **Calado llegada:** 11,10 **Calado salida:** 11,10

### Observaciones atraque

### Operaciones

No existen operaciones asociadas al atraque / fondeo

<b>Atrake</b>	<b>2</b>	<b>Situación:</b>	<b>INICIADO</b>
---------------	----------	-------------------	-----------------

Solicitado	Concedido / Real
Fecha solicitud: 27/05/2015	Fecha autorización / denegación: 31/05/2015
Fecha atraque previsto: 30/05/2015 18:00 <b>Días: 2</b>	Fecha atraque concedido / real: 03/06/2015 08:55 <b>Días: -2</b>
Fecha desatraque previsto: 31/05/2015 18:00	Fecha desatraque concedido / real: 31/05/2015 18:00
Muelles preferentes: 17_0 DE LA QUIMICA 4	Muelles preferentes: 17_0 DE LA QUIMICA 4
Norays / Plataforma: 0 - 0	Norays / Plataforma: 0 - 0
Atrake: AXX ATRACADO	Atrake: AXX ATRACADO

Consignatario: AARUS MARITIMA, S.A. **Calado llegada:** 10,45 **Calado salida:** 9,00

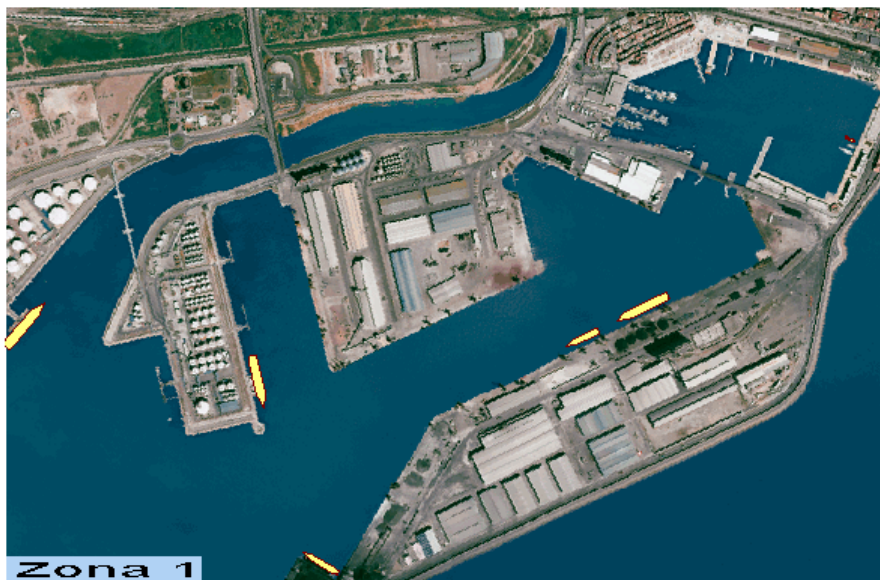
### Observaciones atraque

### Operaciones

Tipo Oper.	Mercancía	Cantidad	Und.	Estibador
DESEMBARQUE	GASOLINA AVIACION	32.000,00	T	TERMINALES QUIMICOS, S.A.

23/07/15

Data/hora	Velocitat vent (Km/h)	Ràfega màxima (Km/h)	Direcció (º)	Direcció (Lletra)
23/07/15 8:00	18,84	22,93	327,40	NNO
23/07/15 8:10	15,82	20,96	324,00	NO
23/07/15 8:20	16,91	20,32	326,10	NNO
23/07/15 8:30	15,20	21,66	318,90	NO
23/07/15 8:40	16,23	19,68	325,00	NO
23/07/15 8:50	18,08	22,23	322,50	NO
23/07/15 9:00	16,49	19,54	325,50	NNO
23/07/15 9:10	15,25	18,70	330,20	NNO
23/07/15 9:20	13,07	17,50	324,90	NO
23/07/15 9:30	13,87	18,77	296,30	ONO
23/07/15 9:40	14,32	18,77	286,00	ONO
23/07/15 9:50	14,45	18,70	289,70	ONO
23/07/15 10:00	11,84	18,27	267,50	O
23/07/15 10:10	6,82	9,95	340,60	NNO
23/07/15 10:20	4,35	11,85	262,80	O
23/07/15 10:30	6,65	11,92	292,50	ONO
23/07/15 10:40	8,11	11,71	255,70	OSO
23/07/15 10:50	9,57	11,85	247,90	OSO
23/07/15 11:00	11,42	15,66	219,00	SO
23/07/15 11:10	15,75	20,46	220,50	SO
23/07/15 11:20	20,34	24,06	235,10	SO
23/07/15 11:30	21,07	23,00	232,00	SO
23/07/15 11:40	21,65	23,28	226,30	SO
23/07/15 11:50	20,21	25,54	226,20	SO
23/07/15 12:00	19,03	24,20	224,70	SO
23/07/15 12:10	22,08	24,42	224,30	SO
23/07/15 12:20	22,56	24,27	228,00	SO
23/07/15 12:30	21,15	24,06	226,80	SO
23/07/15 12:40	21,00	22,65	229,00	SO
23/07/15 12:50	19,35	21,59	229,70	SO
23/07/15 13:00	22,54	25,61	228,90	SO
23/07/15 13:10	23,30	25,05	228,90	SO
23/07/15 13:20	19,68	23,21	221,40	SO
23/07/15 13:30	19,80	22,65	212,30	SSO
23/07/15 13:40	18,52	21,73	202,60	SSO
23/07/15 13:50	16,87	20,25	203,10	SSO
23/07/15 14:00	21,05	25,33	199,90	SSO
23/07/15 14:10	23,35	27,94	198,30	SSO
23/07/15 14:20	22,90	27,31	193,60	SSO
23/07/15 14:30	22,29	26,60	191,80	SSO
23/07/15 14:40	22,57	27,17	191,30	SSO
23/07/15 14:50	23,22	28,36	192,90	SSO
23/07/15 15:00	25,17	30,89	192,70	SSO



Cambiar simbología (temático):

- Tipo de Buque
- Líneas Regulares
- Ninguno

Mostrar

Puede actuar sobre el mapa con el botón derecho del ratón

Escala	Buque	Muelle	Eslora	Origen/Destino	Consignatario	Grúas	Operaciones(Tm)		Estibador	
834	Beluga	07_Levante	14.15	Castelldefels / Barcelona	Qd Marina Tarragona					
2585	Miko	07_Levante	18.36	Palma de Mallorca / Palma de Mallorca	Qd Marina Tarragona					
1298	Oya	07_Levante	28.84	Horta / A Ordenes	Qd Marina Tarragona					
1668	Poavosa Ace	05_Aragon	169.37	Yuzhnyy / A Ordenes	Alfaship Internacional		D	25.000	Agro-Ganadero Y Alimentario	Silos de Tarragona
1665	Sirius	05_Aragon	107.6	Constantza / A Ordenes	Ership, Sau		D	5.477	Agro-Ganadero Y Alimentario	Ership, Sau
1699	Sider Vulcano	03_Alcofia	119.9	Portovesme / Portovesme	Euroports Iberica Tps		E	6.100	Energetico	Euroports Iberica Tps
1652	Atlantic Gas	16_de la Quimica 3	159.7	Marcus Hook / Terneuzen	Maritima Del Mediterraneo		D	11.779	Energetico	Repsol Butano
1698	María M	18_Terminal Euronergo	175.96	Cartagena / Gibraltar	Transmar Ship And Forwarding A.		D	11.000	Energetico	Euroenergo España
							E	15.000	Energetico	Euroenergo España
							T	15.000	Energetico	Euroenergo España

Zona 1. Información actualizada a las 09:24 del día 23/07/2015

# Determinació de Contaminants Atmosfèrics al Port de Tarragona.

Inicio Mapas Movimientos Históricos Diario explotación Previsión



Cambiar simbología (temático):

- Tipo de Buque
- Líneas Regulares
- Ninguno

Mostrar

Puede actuar sobre el mapa con el botón derecho del ratón

Escala	Buque	Muelle	Eslora	Origen/Destino	Consignatario	Grúas	Operaciones(Tm)	Estibador
1559	Wedellsborg	24_Galicia	178.8	Genoa / Sagunto	Canarship		E 100.000	Otras Mercancias Dp World Tarragona
1039	Isabella Kosan	27_Pantalan Repsol 11-S	115	Ceuta / Altamira	Aarus Maritima		E 2.000 E 21	Energetico Repsol Petroleo
1890	Vulcanello M	29_Pantalan Repsol 35-T	116.5	Ceuta / Las Palmas	Next Maritime		E 12.000	Energetico Repsol Petroleo

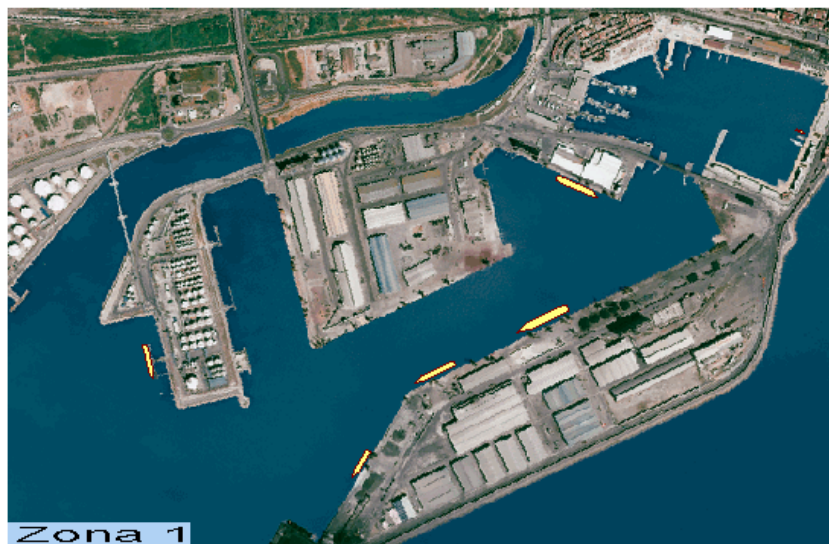
Zona 3. Información actualizada a las 09:25 del día 23/07/2015

29/07/15

Data/hora	Velocitat vent (Km/h)	Ràfega màxima (Km/h)	Direcció (º)	Direcció (Lletra)
29/07/15 8:00	16,90	21,38	203,20	SSO
29/07/15 8:10	19,05	23,00	201,90	SSO
29/07/15 8:20	19,98	23,21	199,40	SSO
29/07/15 8:30	19,07	22,30	201,00	SSO
29/07/15 8:40	17,56	20,39	200,00	SSO
29/07/15 8:50	17,46	20,11	203,90	SSO
29/07/15 9:00	15,49	19,12	208,40	SSO
29/07/15 9:10	16,04	19,48	204,70	SSO
29/07/15 9:20	15,50	19,26	201,30	SSO
29/07/15 9:30	14,54	17,50	200,10	SSO
29/07/15 9:40	17,07	19,68	203,80	SSO
29/07/15 9:50	15,09	19,54	200,30	SSO
29/07/15 10:00	13,63	15,88	196,60	SSO
29/07/15 10:10	13,50	15,45	194,90	SSO
29/07/15 10:20	13,54	16,37	198,40	SSO
29/07/15 10:30	14,02	17,07	204,10	SSO
29/07/15 10:40	16,13	21,24	208,40	SSO
29/07/15 10:50	19,53	24,56	210,50	SSO
29/07/15 11:00	18,58	23,21	206,20	SSO
29/07/15 11:10	18,03	21,59	204,50	SSO
29/07/15 11:20	18,12	20,67	203,10	SSO
29/07/15 11:30	17,02	20,96	201,00	SSO
29/07/15 11:40	18,21	22,15	196,20	SSO
29/07/15 11:50	17,01	19,90	193,70	SSO
29/07/15 12:00	16,57	19,19	194,40	SSO
29/07/15 12:10	16,73	19,48	196,70	SSO
29/07/15 12:20	18,48	22,72	197,90	SSO
29/07/15 12:30	16,35	19,76	193,60	SSO
29/07/15 12:40	20,01	23,92	197,50	SSO
29/07/15 12:50	20,38	24,62	197,30	SSO
29/07/15 13:00	19,03	23,78	199,00	SSO
29/07/15 13:10	20,31	23,07	196,20	SSO
29/07/15 13:20	20,53	23,14	199,40	SSO
29/07/15 13:30	20,40	23,50	198,90	SSO
29/07/15 13:40	22,00	25,89	197,40	SSO
29/07/15 13:50	22,07	25,68	199,30	SSO
29/07/15 14:00	21,65	25,05	203,00	SSO
29/07/15 14:10	22,70	26,53	201,90	SSO
29/07/15 14:20	22,49	25,97	202,50	SSO
29/07/15 14:30	21,69	25,40	204,90	SSO
29/07/15 14:40	22,37	26,95	201,70	SSO
29/07/15 14:50	22,28	25,89	203,20	SSO
29/07/15 15:00	21,19	25,61	200,80	SSO

## Determinació de Contaminants Atmosfèrics al Port de Tarragona.

Inicio Mapas Movimientos Históricos Diario explotación **[Previsión]**  
 Zona 1 Zona 2 Zona 3 Fondeos-Monoboys



Cambiar simbología (temático):

Tipo de Buque

Líneas Regulares

Ninguno

Mostrar

Puede actuar sobre el mapa con el botón derecho del ratón

Escales	Buque	Muelle	Eslora	Origen/Destino	Consignatario	Grúas	Operaciones(Tm)		Estibador	
834	Beluga	07_Levante	14.15	Castelldefels / Barcelona	Qd Marina Tarragona					
2585	Miko	07_Levante	18.36	Palma de Mallorca / Palma de Mallorca	Qd Marina Tarragona					
1298	Oya	07_Levante	28.84	Horta / A Ordenes	Qd Marina Tarragona					
1676	Midway	05_Aragon	176.63	Varna / A Ordenes	Ership, Sau		D	26.250	Agro-Ganadero Y Alimentario	Ership, Sau
1723	Hidalga	05_Aragon	140.3	Ravenna / A Ordenes	Maritima Del Mediterraneo		D	7.300	Siderurgico	Noatum Codemar Tarragona, Sau
1739	Luka	04_Navarra	100.7	Sousse / Rostov	Berge Maritima		E	1.000	Otras Mercancias	Berge Maritima
1688	Triton Reefer	10_Reus Sur	144	Vado Ligure / Gibraltar	Arola Aduanas Y Consignaciones		D	3.515	Agro-Ganadero Y Alimentario	Dp World Tarragona
							T	15	Grupo Natur. Generica	Dp World Tarragona
1721	Ionian Trader	17_0 de la Quimica 4	109.1	Fos Sur Mer / Rotterdam	A. Perez Y Cia.		E	5.000	Quimicos	Terminales Quimicos

Zona 1. Información actualizada a las 08:03 del día 29/07/2015



Cambiar simbología (temático):

Tipo de Buque

Líneas Regulares

Ninguno

Mostrar

Puede actuar sobre el mapa con el botón derecho del ratón

Escaleta	Buque	Muelle	Eslora	Origen/Destino	Consignatario	Grúas	Operaciones(Tm)	Estibador
1687	Asphalt Star	22_Pantalan Asesa / P100	182.5	Gibraltar / Providence	Alfaship Internacional		E 35.000	Material de Construcción Asfaltos Españoles S.A. (Asesa)
1740	Pontica	26_Cantabria Prolong	136.57	Funchal, Madeira / Bejaia (ex Bougie)	Euroports Iberica Tps		E 7.374	Siderurgico Euroports Iberica Tps
1692	Vlistborg	26_Cantabria Prolong	132.2	Kotka / Livorno	Wave Shipping			
1724	Suomigracht	26_Cantabria Prolong	178.87	Genoa / Baltimore	Euroports Iberica Tps		E 248	Otras Mercancias Euroports Iberica Tps
1705	Isabella Kosan	27_Pantalan Repsol 11-S	115	Cartagena / A Ordenes	Aarus Maritima		E 1.900	Energetico Repsol Petroleo
1709	Petrozavodsk	30_Pantalan Repsol 80-S	240	Novorossiysk / Novorossiysk	Iberica Maritima Tarragona		D 85.000	Energetico Repsol Petroleo

Zona 3. Información actualizada a las 08:03 del día 29/07/2015

15/07/15

Data/hora	Velocitat vent (Km/h)	Ràfega màxima (Km/h)	Direcció (º)	Direcció (Lletra)
03/06/15 8:00	9,33	12,14	35,14	NE
03/06/15 8:10	8,74	10,66	52,83	NE
03/06/15 8:20	8,85	10,58	18,63	NNE
03/06/15 8:30	8,48	10,16	12,49	NNE
03/06/15 8:40	6,23	8,33	20,83	NNE
03/06/15 8:50	5,90	7,34	49,31	NE
03/06/15 9:00	4,52	6,21	108,20	ESE
03/06/15 9:10	3,94	5,08	49,76	NE
03/06/15 9:20	0,70	3,25	68,81	ENE
03/06/15 9:30	2,55	4,23	171,70	S
03/06/15 9:40	4,86	6,35	153,70	SSE
03/06/15 9:50	7,01	8,33	165,00	SSE
03/06/15 10:00	7,60	9,10	163,20	SSE
03/06/15 10:10	6,88	8,25	173,00	S
03/06/15 10:20	6,80	8,68	168,10	S
03/06/15 10:30	7,84	9,31	169,40	S
03/06/15 10:40	8,20	9,95	163,60	SSE
03/06/15 10:50	7,34	8,89	164,20	SSE
03/06/15 11:00	6,64	8,40	167,30	SSE
03/06/15 11:10	7,29	9,45	167,80	S
03/06/15 11:20	7,85	11,50	178,40	S
03/06/15 11:30	8,86	11,36	190,20	S
03/06/15 11:40	8,50	11,57	191,20	SSO
03/06/15 11:50	8,96	11,36	196,30	SSO
03/06/15 12:00	8,17	10,16	198,50	SSO
03/06/15 12:10	9,10	11,08	198,00	SSO
03/06/15 12:20	10,52	11,85	201,30	SSO
03/06/15 12:30	10,35	11,92	201,30	SSO
03/06/15 12:40	10,93	12,84	199,70	SSO
03/06/15 12:50	11,39	12,84	195,50	SSO
03/06/15 13:00	11,26	13,76	195,00	SSO
03/06/15 13:10	10,74	13,33	192,90	SSO
03/06/15 13:20	10,95	13,33	194,10	SSO
03/06/15 13:30	12,84	14,54	195,50	SSO
03/06/15 13:40	12,83	14,89	197,40	SSO
03/06/15 13:50	12,49	13,97	197,30	SSO
03/06/15 14:00	13,52	16,16	195,40	SSO
03/06/15 14:10	12,74	15,66	191,00	SSO
03/06/15 14:20	12,04	15,74	197,90	SSO
03/06/15 14:30	13,04	14,54	196,20	SSO
03/06/15 14:40	12,78	15,17	198,90	SSO
03/06/15 14:50	13,62	15,45	199,60	SSO
03/06/15 15:00	14,10	16,58	201,50	SSO

Inicio Mapas Movimientos Históricos **Diario explotación** Previsión  
 Zona 1 Zona 2 Zona 3 Fondeos-Monobooya Movimientos de buques



Cambiar simbología (temático):

- Tipo de Buque
- Líneas Regulares
- Ninguno

Mostrar

Puede actuar sobre el mapa con el botón derecho del ratón

Escala	Buque	Muelle	Eslora	Origen/Destino	Consignatario	Grúas	Operaciones(Tm)	Estibador
1648	Nahlin	07_Costa	90.22	Ciudadela / A Ordenes	Qd Marina Tarragona			
834	Beluga	07_Levante	14.15	Castelldefels / Barcelona	Qd Marina Tarragona			
2585	Miko	07_Levante	18.38	Palma de Mallorca / Palma de Mallorca	Qd Marina Tarragona			
1298	Oya	07_Levante	28.84	Horta / A Ordenes	Qd Marina Tarragona			
1434	Gaudeamus	07_Levante	33.53	Palma de Mallorca / A Ordenes	Qd Marina Tarragona			
1006	Katara	07_Lerida Norte	124.4	Palma de Mallorca / A Ordenes	Qd Marina Tarragona			
1556	Balearic Gas	16_de la Quimica 3	159.7	Marcus Hook / Gibraltar	Maritima Del Mediterraneo		D 11.500	Energetico Repsol Butano

Zona 1. Información actualizada a las 10:02 del día 15/07/2015

## Determinació de Contaminants Atmosfèrics al Port de Tarragona.

[Inicio] Mapas Movimientos Históricos Diario explotación Previsión



Cambiar simbología (temático):

- Tipo de Buque
- Líneas Regulares
- Ninguno

Mostrar

Puede actuar sobre el mapa con el botón derecho del ratón

Zona 2

Escaleta	Buque	Muelle	Eslora	Origen/Destino	Consignatario	Grúas	Operaciones(Tm)	Estibador	
1643	Aquitania G	02_Cataluña	255.26	Gladstone / A Ordenes	Euroports Iberica Tps		D 110.000	Energetico	Euroports Iberica Tps

Zona 2. Información actualizada a las 10:02 del día 15/07/2015



Cambiar simbología (temático):

- Tipo de Buque
- Líneas Regulares
- Ninguno

Mostrar

Puede actuar sobre el mapa con el botón derecho del ratón

Escales	Buque	Muelle	Eslora	Origen/Destino	Consignatario	Grúas	Operaciones(Tm)	Estibador
1637	Clamor Schulte	19_T.A.P.P.	128.8	Terneuzen / A Ordenes	E. Erhardt Y Cia.		D 4.500	Energetico Tapp-Terminal Atraque Product.
1651	Herbania	20_Pantalan Asesa / P6	109.9	Algeciras / A Ordenes	Ag. Maritima Transhispanica S.		D 4.900	Material de Construccion Asfaltos Espanoles S.A. (Asesa)
							E 4.000	Material de Construccion Asfaltos Espanoles S.A. (Asesa)
1601	Kraslava	22_Pantalan Asesa / P100	183	Vlore (Valona) / A Ordenes	Aarus Maritima		D 20.000	Energetico Asfaltos Espanoles S.A. (Asesa)
1619	Menwedijk	23_Andalucia	132.23	Valencia / Barcelona	A. Perez Y Cia.		D 50	Grupo Natur. Generica Dp World Tarragona
							T 50	Grupo Natur. Generica Dp World Tarragona
							E 50	Grupo Natur. Generica Dp World Tarragona
1039	Isabella Kosan	27_Pantalan Repsol 11-S	115	Ceuta / Altamira	Aarus Maritima		E 2.000	Energetico Repsol Petroleo
							E 21	Energetico Repsol Petroleo
1636	Lillo Swan	28_Pantalan Repsol 35-S	99.9	Mohammedia / Cartagena	Caralb Maritima		E 4.100	Energetico Repsol Petroleo

