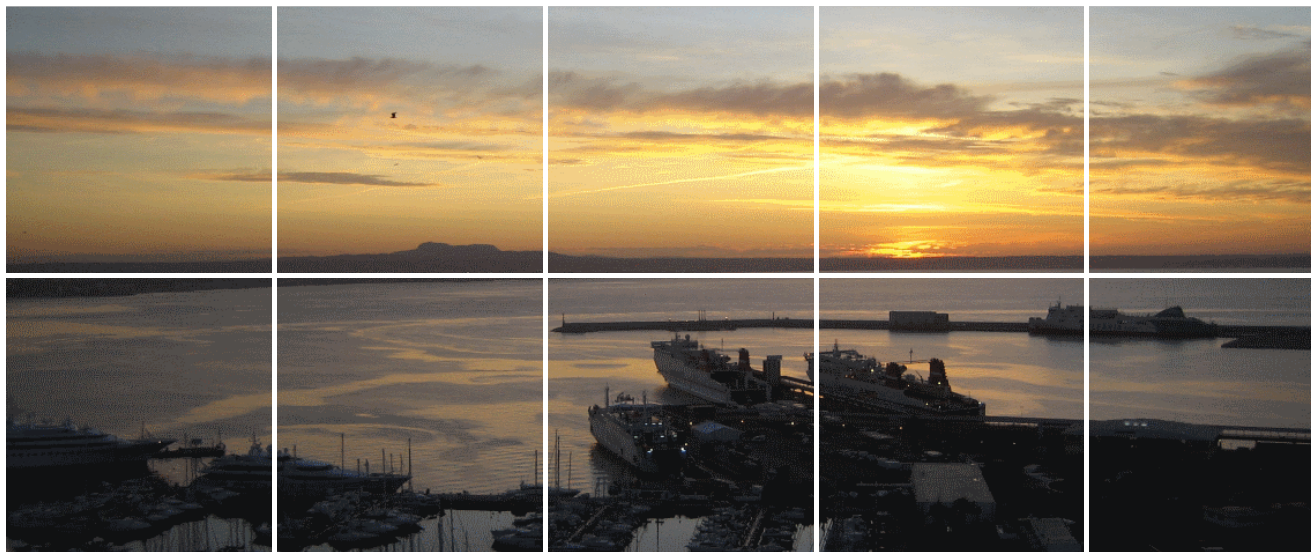




Estudi dels nivells de NO₂ a la ciutat de Palma

Mitjançant captadors passius

**Estudi per la Conselleria de Medi Ambient
(Govern de les Illes Balears)**

Restricted Commercial
ED43313001
Issue 1
Novembre 2008

Title	Estudi dels nivells de NO2 a la ciutat de Palma – mitjançant captadors passius
Customer	Conselleria de Medi Ambient (Govern de les Illes Balears)
Customer reference	
Confidentiality, copyright and reproduction	This report is the Copyright of Govern de les Illes Balears and has been prepared by AEA Technology plc under contract to Govern de les Illes Balears. The contents of this report may not be reproduced in whole or in part, nor passed to any organisation or person without the specific prior written permission of Govern de les Illes Balears. AEA Technology plc accepts no liability whatsoever to any third party for any loss or damage arising from any interpretation or use of the information contained in this report, or reliance on any views expressed therein
File reference	
Reference number	AEA/ED43313001/Issue 1

AEA Energy & Environment
The Gemini Building
Fermi Avenue
Harwell International Business Centre
Didcot
OX11 0QR

t: +44870 190 6669
f: +440870 190 6318

AEA Energy & Environment is a business name of
AEA Technology plc

AEA Energy & Environment is certificated to ISO9001
and ISO14001

Author	Name	Jaume Targa
Approved by	Name	Jaume Targa
	Signature	
	Date	24/11/2008

Resum

La Conselleria de Medi Ambient (Govern de les Illes Balears) a través de la Direcció General de l'Oficina del Canvi Climàtic va adoptar l'acord per la realització de la campanya de mesurament de NO₂ a la ciutat de Palma mitjançant captadors passius.

L'objectiu d'aquesta campanya era portar a terme un estudi intens dels nivells de diòxid de nitrogen (NO₂) a la ciutat de Palma. Aquest estudi es portaria a terme durant sis períodes continus de 4 setmanes a diferents punts de la ciutat. L'objectiu d'aquesta xarxa era identificar els nivells de NO₂ de diferents punts de la ciutat.

Amb l'objectiu d'obtenir la distribució espacial de NO₂ de la ciutat de Palma, més de 30 punts es van col·locar a la ciutat. La campanya es va orientar a mesurar a prop de les vies principals de la ciutat i altres vies per obtenir una indicació dels nivells a diferents punts.

A més a més dels punts orientats al trànsit rodat, una malla de punts de fons es va distribuir a la ciutat. Aquest es van distribuir en punts allunyats del trànsit.

La font principal de NO₂ a la ciutat és el trànsit motoritzat. En algunes vies de trànsit important, és mesuren els nivells més alts. Els nivells elevats són deguts a un nombre elevat de vehicles i en algunes ocasions, també podria ser degut a un percentatge elevat de vehicles de gran tonatge. La campanya sembla indicar nivells elevats de NO₂ a la ciutat de Palma. Els punts de trànsit indiquen nivells elevats. Els resultats semblen indicar una variació de nivells segons l'intensitat de vehicles, retenció de vehicles i la poca dispersió

Els nivells de fons de la ciutat varien segons 4 zones: Fora, fons ciutat, centre històric i fons port. Els nivells de fons de la ciutat, degut a la concentració d'emissions i edificis alts que impedeixen la bona dispersió són més alts. Els nivells de fons de fora i la perifèria són més baixos. En general, es podria conclure que els nivells de fons són bons.

L'estudi es pot utilitzar com a base per comparar amb futurs estudi per veure el canvi dels nivells de NO₂ a la ciutat de Palma amb la implantació del Pla de Millora de Qualitat de l'Aire de Palma.

1 Introducció

La Conselleria de Medi Ambient (Govern de les Illes Balears) a través de la Direcció General de l'Oficina del Canvi Climàtic va adoptar l'acord per la realització de la campanya de mesurament de NO₂ a la ciutat de Palma mitjançant captadors passius.

L'objectiu d'aquesta campanya era portar a terme un estudi intens dels nivells de diòxid de nitrogen (NO₂) a la ciutat de Palma. Aquest estudi es portaria a terme durant sis períodes continus de 4 setmanes a diferents punts de la ciutat. L'objectiu d'aquesta xarxa era identificar els nivells de NO₂ de diferents punts de la ciutat.

Aquesta xarxa de la mesura de NO₂ podria ser utilitzada per la Conselleria per tenir més informació sobre la qualitat de l'aire de la ciutat de Palma que ajudaria alhora a tenir més informació per elaborar un pla per millorar la qualitat de l'aire de la ciutat.

A través de AEA Energy & Environment i personal de la Conselleria s'ha portat a terme aquest estudi de mesures que es detalla en aquest projecte.

Els resultats d'aquest estudi estan resumits en aquest treball. Aquest inclou informació sobre la contaminació atmosfèrica en zones urbanes (2), un resum de la legislació vigent (3), descripció del mètode utilitzat en l'estudi (4), la presentació dels resultats obtinguts amb la conseqüent discussió (5) i conclusions d'aquests (6).

2 La contaminació atmosfèrica

La contaminació atmosfèrica ha esdevingut un problema de gran importància a les ciutats actuals. Aquestes són per naturalesa espais on hi conviuen persones, material i activitat i hi trobem les concentracions més elevades de contaminació i el número més elevat de receptors sensibles. L'augment d'activitats humanes com el trànsit de vehicles motoritzats, la generació d'energia, la calefacció d'habitatges i la indústria han provocat un decrement de la qualitat de l'aire. La contaminació urbana no només contribueix a problemes regionals o globals de la contaminació de l'atmosfera, si no també pot representar un perill molt important per la salut humana i pel medi ambient urbà. Aquest perill està augmentat a mesura que les ciutats esdevenen més denses i es concentren més activitats contaminants en zones més petites.

Moltes ciutats estan patint problemes seriosos de contaminació atmosfèrica degut al transport de vehicles motoritzats (Mayer, 1999 i Colville et al., 2001). La salut de la població es veu afectada per l'emissió de contaminants i la contaminació urbana ha esdevingut un problema reconegut al voltant del món i un problema de preocupació global. L'Organització Mundial de la Salut (OMS) estima que les conseqüències globals de la contaminació ambiental són les següents: cada any 500.000 persones moren prematurament; aproximadament 40 milions moren de malalties respiratòries i la mortalitat infantil, degut a infeccions respiratòries, és agreujada per la contaminació atmosfèrica en un nombre molt elevat (Schwela and Zali, 1999).

El resultat de les activitats complexes que es realitzen en zones urbanes són les emissions de contaminants com partícules de suspensió, monòxid de carboni, òxids de nitrogen i hidrocarburs (Fenger, 1999). En concret, el diòxid de nitrogen (NO₂) és un contaminant molt important que es forma per la transformació de l'òxid nítric emès pels motors. Les fonts antropogèniques més importants són els vehicles de carretera (50%), la generació d'energia (25%) i els processos industrials (10%). Tot i que dins el medi urbà es troben altres contaminants importants com les partícules de suspensió i l'ozó, el diòxid de nitrogen és un molt bon indicador de la contaminació atmosfèrica (Glasius et al., 1999). Les seves concentracions es correlacionen molt bé amb els ja mencionats hidrocarburs, monòxids de carboni (Lewis et al., 1995) i partícules de suspensió (Bower et al., 1991).

2.1 El diòxid de nitrogen (NO₂)

El diòxid de nitrogen juga un paper destacat dins els problemes més importants de contaminació atmosfèrica que actualment estem patint. Altes concentracions de NO₂ poden tenir efectes importants de salut i causar problemes significatius a la vegetació i el material urbà (Krupa and Legge, 2000; Rahl, 1999). El diòxid de nitrogen és un gas irritant, la toxicitat del qual es relaciona generalment amb la seva capacitat oxidativa (Schwela and Olivier, 1999). Com que no és molt soluble, el diòxid de nitrogen pot penetrar profundament dins els pulmons, malmetent el seu teixit (Godish, 1997). L'exposició a concentracions excessivament altes provoca l'aprimament de les vies respiratòries tant a asmàtics com no asmàtics, tot i que els primers són molt més sensibles. L'exposició al diòxid de nitrogen, a concentracions que experimentem habitualment als interiors i exteriors, incrementa la sensibilitat a substàncies al·lèrgiques com el polen, a receptors sensibles. Tot i que és difícil obtenir conclusions evidents dels estudis clínics i epidemiològics, en relació als efectes de l'exposició a curt i a llarg termini sobre les funcions pulmonars, les emissions totals de diòxid de nitrogen continuen estant per sobre dels nivells acceptats (EEA, 2001).

2.2 Directives Europees

A causa d'aquestes conseqüències per a la salut, el medi ambient i la degradació de la qualitat de l'aire urbà, degut a l'increment de l'activitat humana, s'ha creat legislació pels contaminants més importants. Per exemple, la Unió Europea ha introduït diverses directives per establir nivells estàndards i objectius per anys futurs. Les concentracions de diòxid de nitrogen (NO₂) a l'aire ha estat regulada a Europa des de l'any 1995 amb la Directiva 85/203 i amb la Directiva Filla 1999/30 des del

gener de 2000. Els estats membres han hagut d'adoptar aquestes directives per tal de prevenir els efectes coneguts per a la salut i el medi ambient anteriorment esmentats.

Aquestes lleis tenen com a objectiu establir estàndards a que cada estat hauria d'arribar per tal de protegir les persones dels efectes del diòxid de nitrogen i contribuir a la protecció del medi ambient a llarg termini. La UE requereix mètodes precisos i acurats per mesurar les immissions de NO₂ per tots els estats membres (EC, 1985). Per tal de complir amb les directives esmentades, les mesures de diòxid de nitrogen s'han d'obtenir utilitzant el mètode de referència de quimiluminiscència. Per aquesta raó, xarxes automàtiques de mesura s'han hagut d'implementar per tota la Comunitat Europea.

A part de la tècnica automàtica de quimiluminiscència necessària per complir amb les directives europees mencionades per avaluar els nivells estàndards, una altra metodologia anomenada indicativa pot ser utilitzada per mesurar les immissions de diòxid de nitrogen. La secció Metodologia amplia la informació d'aquest mètode utilitzat en aquest estudi.

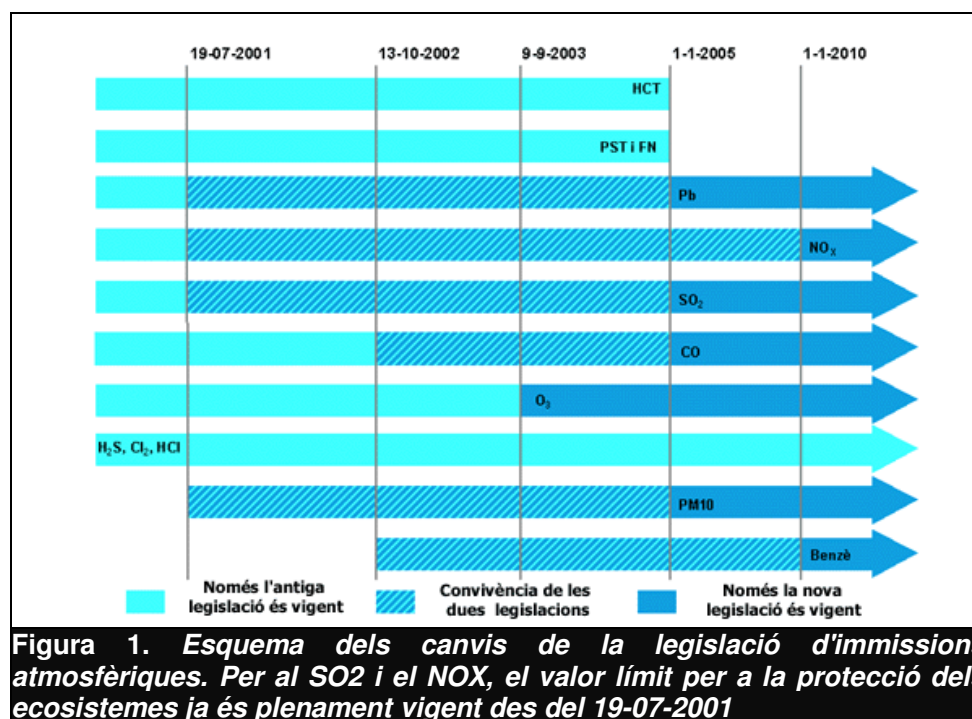
3 Legislació de referència per avaluar la qualitat de l'aire

L'objectiu de la legislació en matèria de contaminació atmosfèrica és preservar la qualitat de l'aire a fi d'evitar, prevenir o reduir els potencials efectes nocius que la presència de determinats compostos a l'aire pugui ocasionar en la salut humana i el medi ambient en el seu conjunt (www.gencat.net/mediamb). Per assolir aquesta finalitat la legislació estableix els instruments necessaris per:

- Limitar les emissions a l'atmosfera d'agents contaminants.
- Definir i establir uns valors de referència per als nivells de contaminació a l'aire ambient (nivells d'immissió).

Per fer la valoració de l'estat de la qualitat de l'aire, es comparen els valors mesurats en el territori amb uns nivells de referència que estableix la legislació. Fins a l'entrada en vigor del Reial Decret 1073/2002, a Catalunya era d'aplicació el Decret 833/75 i les normatives específiques per contaminant que es recullen a l'annex III del present anuari.

Actualment, existeix una situació transitòria en la que conviuen els valors límits de la normativa estatal, prèvia a l'entrada en vigor del Reial Decret 1073/2002, i els nous valors límits que fixa l'esmentat Reial Decret i els successius (Reial Decret 1796/2003). Aquests darrers són els que s'utilitzen per avaluar la qualitat de l'aire però no poden ser una referència per a prendre accions legals. La situació actual es pot resumir en el quadre següent (figura 1):



La Directiva europea 96/62/CE, sobre gestió i avaluació de la qualitat de l'aire, trasposada mitjançant el Reial Decret 1073/2002, és més exigent pel que fa a l'establiment de nivells màxims de qualitat de l'aire. Per aquest motiu la normativa defineix un marge de tolerància (MdT) que es va reduint amb el temps a fi que la modificació respecte a la valoració de l'estat de la qualitat de l'aire, sigui progressiva. El marge de tolerància se suma al valor límit (que és alhora un valor objectiu de qualitat de l'aire, OQA), essent aquesta suma el valor que temporalment serveix com a referent per avaluar la qualitat de l'aire per a cada contaminant. Quan es deroguin definitivament els límits d'immissió fixats a l'anterior marc normatiu, el marge de tolerància esdevindrà zero, i el valor límit és convertirà en el valor legal i únic per avaluar la qualitat de l'aire.

Prenent com a exemple, el contaminant NO₂ s'ha definit un objectiu de qualitat de l'aire de 40 µg·m⁻³ (en mitjana anual) que entrarà en vigor l'1 de gener de l'any 2010, convertint-se en valor límit anual. Fins aquesta data, durant el període en què conviuen les dues legislacions, s'utilitza aquest valor més el marge de tolerància (20 µg·m⁻³) com a referent per a avaluar la qualitat de l'aire. Aquest marge cada any és més petit i esdevindrà zero quan quedin definitivament derogats els nivells màxims establerts a la legislació estatal. Aquest fet comporta que els valors de referència horaris per aquest contaminant siguin 56, 54, 52, 50, 48, 46, 44, 42 i 40 µg·m⁻³ per als anys 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009 i 2010 respectivament (veure figura 2). Malgrat que aquests valors s'usin com a referència per a fer les valoracions, el valor límit vigent serà l'establert al Reial Decret 1613/1985.



Per a NO₂ fins a l'1 de gener de l'any 2010 cal fer la avaluació de la qualitat de l'aire d'acord amb el valor de referència que li correspongui per l'any considerat d'acord amb el Reial decret 1073/2002 i el Reial decret 717/1987 (veure taula 1)

Taula 1. Valors de referència d'acord amb el Reial Decret 1073/2002				
	Període	Valor límit	Marge de tolerància	Data de compliment del valor límit
Valor límit horari per a la protecció de la salut humana	1 hora	200 µg/m³ de NO ₂ No podrà superar-se en més de 18 ocasions per any civil	100 µg/m³ (50% del valor límit) a partir del 19/07/1999	01/01/2010
Valor límit anual per a la protecció de la salut humana	1 any civil	40 µg/m³ de NO ₂	20 µg/m³ (50% del valor límit) a partir del 19/07/1999	01/01/2010
Valor límit per a la protecció de la vegetació	1 any civil	30 µg/m³ de NO _x	Cap	19/07/2001
Llindar d'alerta	1 hora	400 µg/m³	Cap	

Apart del VL i el MdT, la Directiva 1999/30/CE també estableix dos llindars per l'avaluació de la qualitat de l'aire: Llindar d'Avaluació Superior (LAS) i Llindar d'Avaluació Inferior (LAI). El LAI és el nivell especificat de 26 µg·m⁻³, per sota del qual es poden utilitzar tècniques de modelatge o estimacions objectives per avaluar la qualitat de l'aire ambiental. En canvi, el LAS és el nivell especificat de 32 µg·m⁻³ per sota del qual es pot utilitzar una combinació de mesuraments i tècniques de modelatge per avaluar la qualitat de l'aire ambiental.

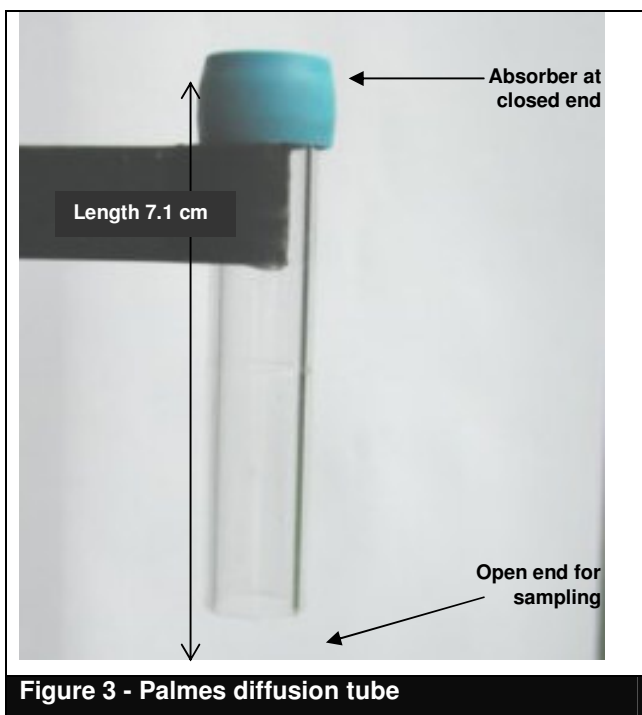
4 Metodologia

La campanya de mesuraments de NO₂ mitjançant captadors passius s'ha realitzat durant 6 períodes de 4 setmanes a la ciutat de Palma. Els nivells de diòxid de nitrogen (NO₂) s'han mesurat com a indicador de la qualitat de l'aire utilitzant la tècnica de tubs passius de NO₂ del tipus Palmes. Aquest es van estendre a més de 35 punts diferents de la ciutat. Aquest mètode és considerat indicatiu i s'utilitza per suplementar les xarxes automàtiques amb equips de referència.

El mètode utilitzat és l'anomenat de "tubs de difusió passiva" del tipus Palmes. Aquesta tècnica indicativa té avantatges i desavantatges si es compara amb els sistemes automàtics, molt més sofisticats. Tot i la falta d'estàndards nacionals o internacionals que governin el seu ús, els tubs passius són utilitzats extensivament al Regne Unit i Europa com un mètode indicatiu (OMS, 2000). A més a més, aquest mètode s'ha utilitzat en altres campanyes a Catalunya i al País Vasc.

Aquest mètode és molt econòmic, ajuda a cobrir àrees molt extenses i es pot aplicar fàcilment. A més a més, aquesta tècnica no necessita manteniment, calibració ni electricitat (Ferm and Svanberg, 1998). Els tubs o captadors passius són particularment útils per estudis preliminars i estudis base per assessorar les distribucions espacials de diòxid de nitrogen del medi urbà i rural (Ferm and Svanberg, 1998). Projectes europeus com el LIFE-MACBETH i el EU Life Resolution han demostrat la utilitat del mètode. Els tubs passius s'han d'utilitzar amb precaució degut els problemes intrínsecs del mètode que es discutirà més endavant. La falta d'estàndards i les diferents variacions utilitzades fa que la validació del mètode sigui molt necessària.

Un tub passiu de NO₂ del tipus Palmes (figura 3) és un captador de gas que consisteix en un tub acrílic de 7.1cm amb un diàmetre intern de 1.1cm. Una membrana impregnada de triethanolamine (TEA) col·locada al tap superior del captador (color blau a la figura 3) absorbeix el diòxid de nitrogen de l'aire. El transport del gas a través del tub és degut al procés físic de difusió.



Amb els captadors passius, la resolució temporal és igual al període d'exposició d'aquest mateix que sol ser de 4-5 setmanes. És a dir, que els resultats obtinguts amb els captadors és igual a la mitjana del període. Per aquesta raó, els resultats obtinguts només es poden comparar a valors referents a mitjanes mensuals/anuals i no a mitjanes horàries ja que el mètode no és capaç de mesurar en una resolució de temps tan petita.

A continuació, informació més concreta sobre la campanya de Barcelona inclou:

- 1 Període de mesura
- 2 Estratègia de mesura
- 3 Col·locació de captadors a les cabines

4.1 Període de mesura

L'estudi s'ha realitzat durant dos períodes de 4 setmanes durant el 15 de maig i el 14 de juliol.

Concretament, els captadors passius van mesurar ens les dates següents:

- 1 p01 (17/01/2008 - 14/02/2008)
- 2 p02 (14/02/2008 - 12/03/2008)
- 3 p03 (12/03/2008 - 10/04/2008)
- 4 p04 (10/04/2008 - 08/05/2008)
- 5 p05 (08/05/2008 - 05/06/2008)
- 6 p06 (05/06/2008 - 04/07/2008)

Els resultats obtinguts només es poden comparar a valors referents a mitjanes mensuals/anuals i no a mitjanes horàries ja que el mètode no és capaç de mesurar en una resolució de temps tan petita.

4.2 Col·locació de captadors a les cabines

Seguint el procediment normal en campanyes de NO₂ amb captadors passius per part de AEA Energy & Environment, tubs de NO₂ es col·loquen en estacions automàtiques amb aparells de referència. En aquesta campanya, tubs de NO₂ es van col·locar a les 2 estacions de mesura amb equips de referència de la Conselleria a la ciutat de Palma (veure figura 4 per veure la distribució de les cabines: Forners i Castell de Bellver).



Figure 4 – Estacions automàtiques de la Conselleria a la ciutat de Palma

A cadascuna de les estacions, els captadors es van exposar en triplicat (figura 5). Aquest exercici es porta a terme per calcular la precisió i exactitud de la campanya. A més a més, si s'escau convenient, es pot calcular un factor d'ajustament per compensar la tendència a sobre estimar dels tubs tipus Palmes.



Figure 5 – Col·locació en triplicat a la cabina de Castell de Bellver

Segons els procediments establerts pel Departament de Medi Ambient Britànic i les Administracions Devolucionades (DEFRA & DASS) els resultats de la campanya de NO₂ amb captadors passius s'hauria d'ajustar amb un factor calculat amb les dades de les cabines dins la zona de mesura o per un factor establert pel laboratori.

4.3 Estratègia de mesura

Aquesta és la primera campanya de mesura dels nivells de NO₂ amb captadors passius a la ciutat de Palma. L'objectiu principal d'aquesta era veure de manera indicativa la distribució espacial de diòxid de nitrogen. Aquesta campanya suplementa la informació obtinguda de les estacions de la xarxa de la qualitat de l'aire de la Conselleria. Amb les dades obtingudes es podria intentar mapificar els nivells de NO₂ de la ciutat de Palma.

Amb l'objectiu d'obtenir la distribució espacial de NO₂, més de 33 punts es van col·locar a la ciutat de Palma. La campanya es va orientar a mesurar aprop de les vies principals de la ciutat (Av Meridiana, Avinguda Sud, Autovia de Llevant, Avinguda Setze de Juliol, Via Cinturó...) i altres vies per obtenir una indicació dels nivells a diferents punts de la ciutat. L'estudi ha evitat la col·locació de tubs en cruïlles segons normes de micro-implantacions. El nombre de punts pròxims a vies de trànsit va ser d'uns 23 punts.

A més a més dels punts orientats al trànsit rodat, una malla de punts de fons es va distribuir a la ciutat. Aquest es van distribuir en punts allunyats del trànsit (a més de 20 metres de la vorera d'una via principal). Aquest punts inclouen el Castell de Bellver, Els penjats, El Terreno, Sa Riera, Sa Escorxador, Centre Històric... El nombre de punts de fons és d'uns 10.

La figura 6 il·lustra la distribució dels 33 punts a la ciutat de Palma.



Figura 6. Distribució de captadors a la ciutat de Palma

5 Resultats

5.1 Col·locació de captadors a les cabines

La precisió i exactitud, definits a la taula d'abaix, s'han calculat per verificar les dades obtingudes amb el mètode de captadors passius durant els dos mesos de campanya.

Definicions

Precisió: es refereix a la proximitat d'una serie de mesures entre si (en aquest cas, entre els captadors col·locats en triplicat)

Exactitud: es refereix a la proximitat d'una mesura amb el valor real (en aquest cas, entre els resultats dels equips de referència i els captadors)

Precisió

El coeficient de variació (CV) representa la precisió. Aquest s'utilitza per avaluar la precisió dels captadors (repetibilitat). Els resultats obtinguts del càlcul de la precisió de cada triplicat s'inclou a la taula 2. El CV entre diferents triplicats oscil·la de 0.76 a 12.46. De mitjana, el CV es 4.85 a l'estació de Forners i 6.78 a la del Castell de Bellver. En aquest cas la repetibilitat de l'estudi es pot considerar de bona ja que aquest valor no supera els 10. En els varems establerts al Regne Unit, un estudi amb mitjana de CV inferior a 10 ja es considera acceptable.

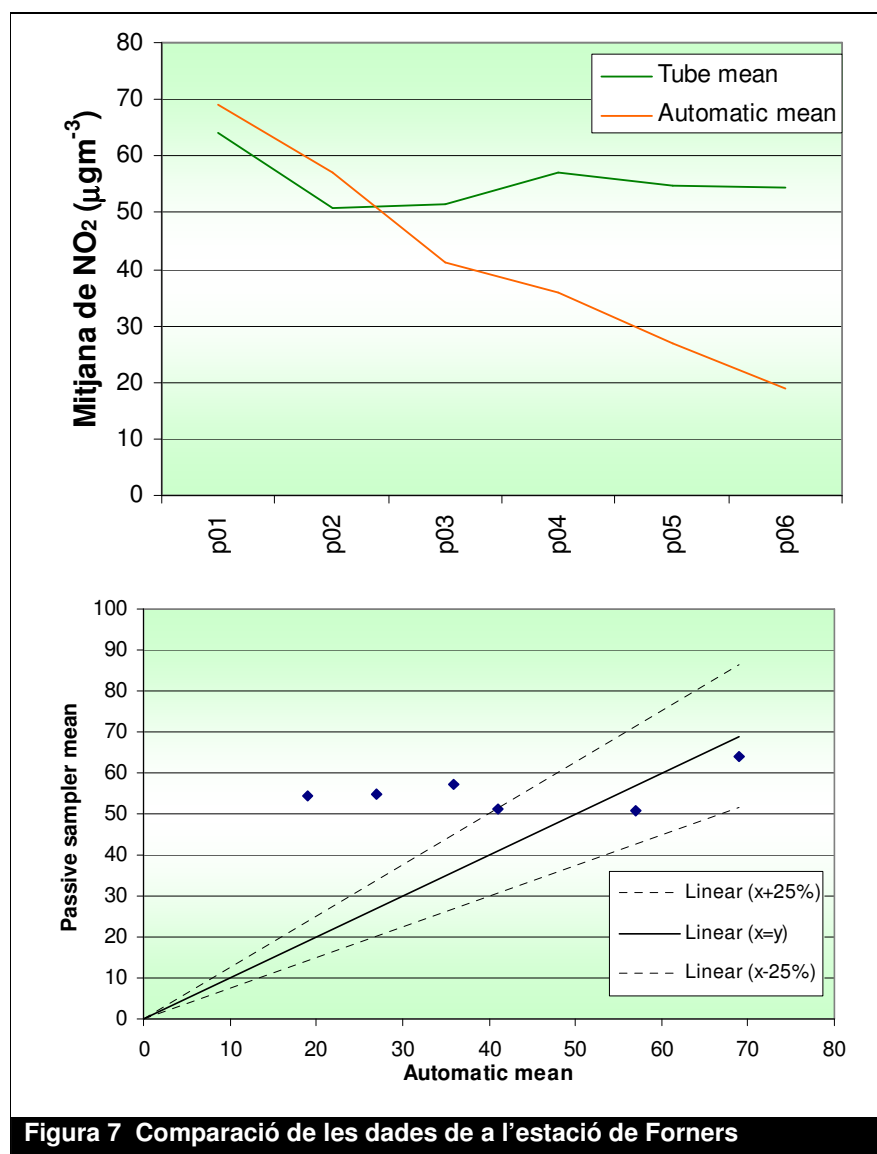
Taula 2 – Càlculs de precisió de la campanya							
Estació	Període	Resultats bruts captadors			Mitjana	stdev	CV
		Tub 1	Tub 2	Tub3			
Estació Forners	p01	66	69	57	64	6.14	9.59
	p02	48	54	51	51	3.08	6.05
	p03	52	55	47	51	3.89	7.58
	p04	57	57	57	57	0.43	0.76
	p05	56	54	54	55	1.36	2.48
	p06	54	53	56	54	1.44	2.65
					Mitjana CV estació →		4.85
Estació Bellver	p01	22	21	23	22	1.05	4.77
	p02	20	19	15	18	2.23	12.46
	p03	12	13	12	12	0.35	2.90
	p04	17	16	16	16	0.54	3.26
	p05	16	13	15	15	1.38	9.44
	p06	14	14	16	15	1.16	7.87
					Mitjana CV estació →		6.78

La precisió de les mesures és bona.

Exactitud dels captadors amb estació automàtica

Abans de presentar les dades de l'estudi, el mètode utilitzat s'ha comparat amb el sistema referència per la mesura de diòxid de nitrogen (NO₂). A Palma, la Conselleria té instal·lada dos estacons de control i vigilància de la qualitat de l'aire amb un equip de mesurament en continu de NO₂. Les dades d'aquestes estacions s'han utilitzat per comperar les dades obtingudes el sistema passiu.

La figura 7 il·lustra la relació entre els resultats automàtics i els tubs passius a l'estació de trànsit de Forners. Aquesta correlació no és típica pels tubs on generalment tenen un tendència a sobre-estimar els resultats però d'una manera més constant. Amb l'experiència de AEA, això sembla indicar que hi pot haver un problema amb les dades automàtiques de l'estació.



La figura 8 il·lustra la relació entre els resultats automàtics i els tubs passius a l'estació de fons del Castell de Bellver. Aquesta correlació és més típica pels tubs on generalment tenen un tendència a sobre-estimar els resultats. Amb l'experiència de AEA, aquesta relació típica d'una estació de fons apartada del l'àmbit urbà amb més dispersió i exposada. L'exactitud de l'estació del Castell de Bellver seria d'una sobre-estimació del 30% (amb un factor d'ajustament 0.71)

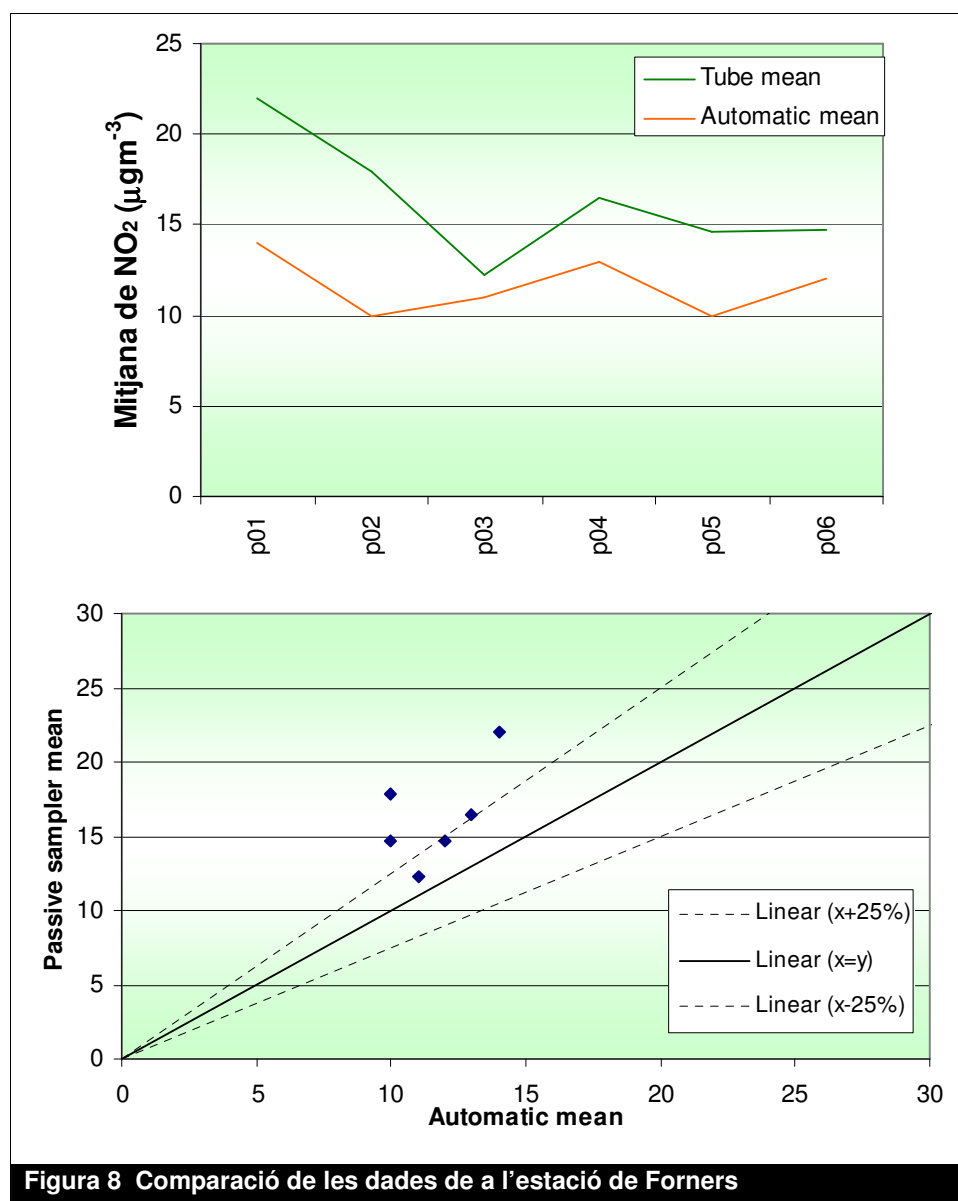


Figura 8 Comparació de les dades de a l'estació de Forners

Seguint el document tècnic LAQM.TG(03) i l'experiència de AEA, havent calculat un el valor d'ajustament entre el mètode de referència i dels tubs passius (només s'ha pogut calcular un factor al Castell de Bellver) s'ha decidit utilitzar un factor de laboratori que pot ser més realístic per la realitat de Palma. Aquest factor és de 0.85 i és més pròxim a altres estudis fets per AEA a la Península Ibèrica i al Regne Unit. Aquest valor també és més conservatiu ja l'ajustament de les dades no es tan dramàtic com el factor 0.71 calculat a Bellver que potser no seria del tot realístic per nivells més elevats mesurats a Palma.

En cas que no notifiqui el contrari, tots els resultats presentats ara endavant han sigut ajustats amb aquest coeficient. Normalment, l'exactitud calculada amb les estacions situades en el punt d'estudi s'utilitzen per ajustar les dades de l'estudi. Tot i així, aquestes dades obtingudes

5.2 Resultats i discussió de la campanya de NO₂ a Palma

Tots els resultats presentats s'han ajustat segons un factor de laboratori. (veure secció 5.1). Aquestes dades són indicatives dels nivells de NO₂. Tot i que algun dels resultats es comparin al nivell limit anual de NO₂ de 40 µgm⁻³ del 2010, només dades obtingudes amb el mètode de referència es poden utilitzar per mesurar els nivells de NO₂ legalment.

Resultats de la campanya a les cabines de la Conselleria

A la secció 5.1, s'han vist els càlculs de precisió i exactitud dels captadors passius. Aquí, es fa una comparació no exhaustiva entre els resultats dels últims 2 anys i els resultats dels sis mesos de campanya.

Taula 3 – Càlculs de precisió de la campanya				
Estació/Període	2007	Gen-Jul 07	Gen-Jul 08	Estudi Passius 2008
Estació Foners	45	49	37*	47
Estació Castell de Bellver	13	15	11	14

Per entendre millor els resultats obtinguts en la campanya, aquest es presentarà segons els nivells de fons i els nivells obtinguts als punts de trànsit. A més a més, els resultats s'il·lustraran de forma esquemàtica en trassats generals de la ciutat.

Taula 4 – Promig de NO2 als diferents punts de la ciutat de Palma				
Punt	Locació	Carrer	Tipus	Promig
1-3	Estació Forners	Carrer Manacor/Avinguda de Gabriel Alomer i Villalonga	Trànsit	47
4	Estació Forners II	Avinguda de Gabriel Alomer i Villalonga, 2	Trànsit	58
5	Manacor-Parc	C/Manacor	Trànsit	46
6	Plaça Pere Grau	Plaça Pere Grau (Mercat)	Fons urba	39
7	Güell	C/ Aragó (Cruïlla amb c/Marques Font Santa i Jaume Balmes)	Trànsit	62
8	Aragó/Via Cinturo	C/ Aragó (Via Cinturó)	Trànsit	56
9	Els penjats	Zari a Camí de Vell de Sineu (aprop de Son Llatzer)	Fons periurba	17
10	Coll	C/ Carrer Illes Pitüses, 10	Trànsit*	34
11	Passeig Marítim		Trànsit	50
12	Passeig Marítim	Entrada Moll Vell	Trànsit	59
13	Passeig Marítim 2		Trànsit	48
14	El Terreno	C/ Lleó, 1	Fons urba	27
15-17	Bellver		Fons periurba	14
18	Moll Vell		"Fons"	42
19	Passeig Marítim	Club de Mar	Trànsit	45
20	Col.legis	Avinguda Picasso	Trànsit	44
21	Son Moix	C/ Sant Francesc Martí I Mora	Trànsit	37
22	Sa Vileta	C/ del Dega Tous, 2	Trànsit*	21
23	Can Valero	C/ Quatre de Novembre (Davant Ferreteria Can Valero)	Trànsit	26
24	Son Cotoner	C/ del ocells (aprop 5)	Trànsit*	25
25	Sa Riera		Fons urba	31
26	Zona Darder	C/ de Femenines, 26 (amb C/ de Bellet)	Trànsit*	32
27	Avinguda Sud II	Passeig Mallorca, 2	Trànsit	54
28	Avinguda Sud I	Passeig Alemanya, 2	Trànsit	79
29	S'Escorxador	Plaça Germans Garcia	Fons urba	28
30	31 Desembre	Plaça Abu Yahya, 3 (Davant Banc Santander)	Trànsit	58
31	Piscina Municipal	Piscina Municipal Son Hugo	Trànsit	51
32	Sa Sardina	Cami dels Passatemps (aprop 15)	Fons periurba	17
33	Son Castello	Av Setze de Juliol,	Trànsit	39
34	Centre Historic	C/ Can Dusai	Fons urba	25
35	Corts	Plaça Corts	Trànsit	32
36	La Rambla	La Rambla dels Ducs de Palma de Mallorca, 6	Trànsit	44
37	Parc de ses Estacions		Fons urba	38

* Trànsit poc intens/zona residencial



Figura 9 – Dades de NO₂ als punts de fons de la ciutat de Palma

Nivells de fons de la ciutat de Palma

La figura 9 il·lustra els nivells obtinguts als punts de fons de la ciutat de Palma (cercles). Els nivells de fons varien entre 14 i 39 μgm^{-3} .

Els fons urbà del centre històric és de 25 μgm^{-3} .

Els fons urbà de la resta de Palma varia entre 27 i 39 μgm^{-3} .

Els fons peri-urbà, fora de la ciutat, és de 14 a 17 μgm^{-3} .

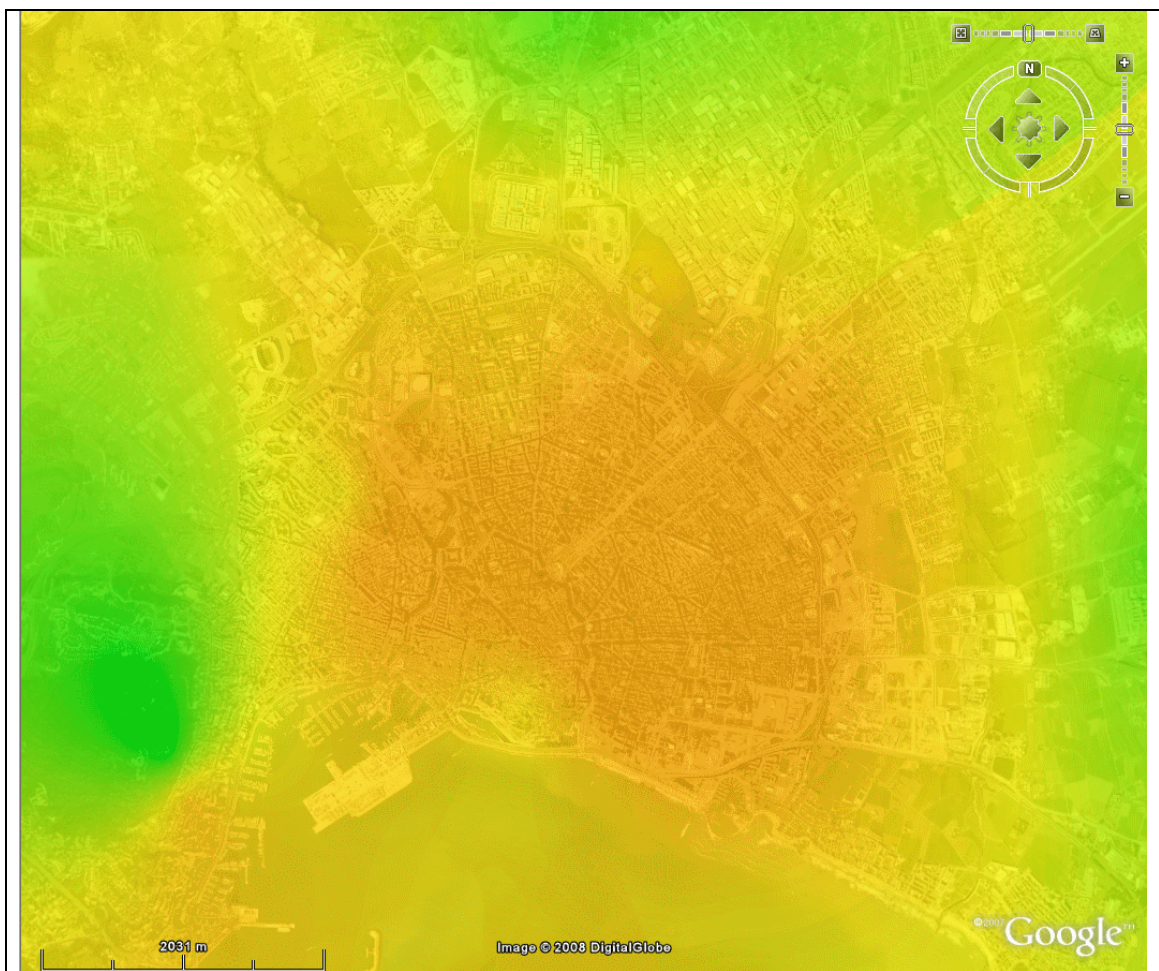


Figura 10 – Representació dels nivells de NO₂ de fons de la ciutat de Palma*

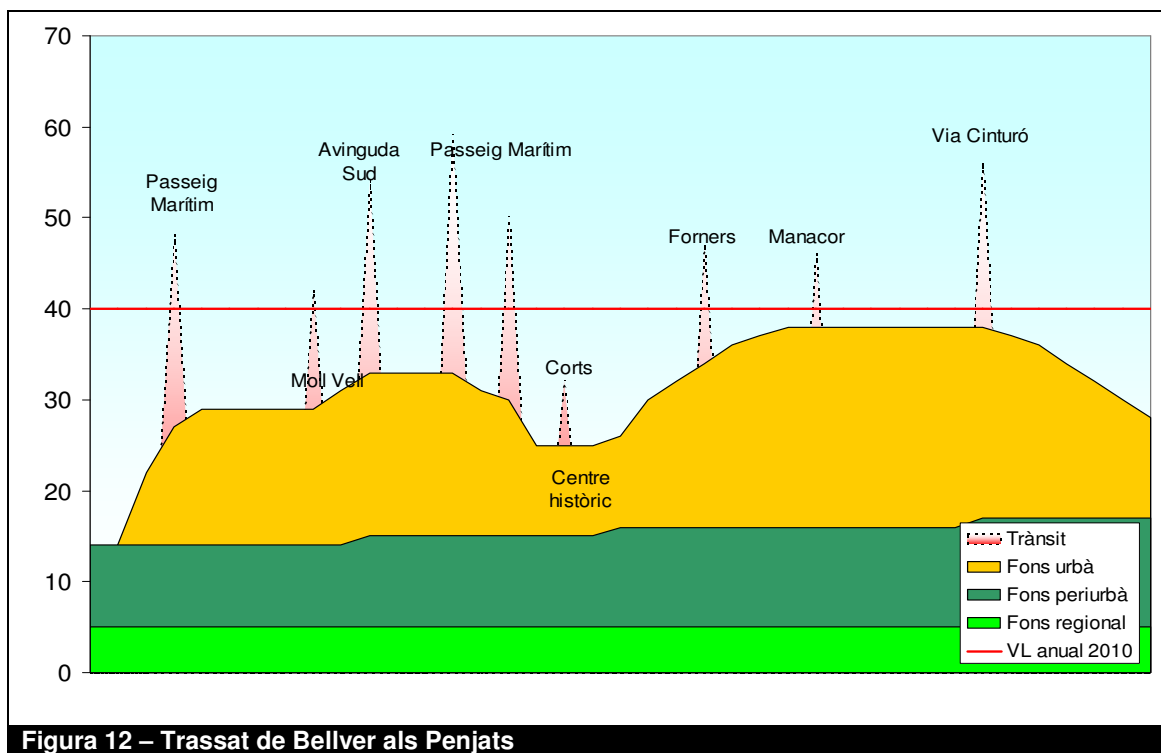
* Simple krigging utilitzant punts de fons i algun punt de trànsit residencial de la campanya

La figura 11 il·lustra els nivells obtinguts als punts de trànsit de la campanya. S'han considerat punts de trànsit aquells punts entre 0.6/1 metre de la vorera, fins a 10 metres de la vorera.



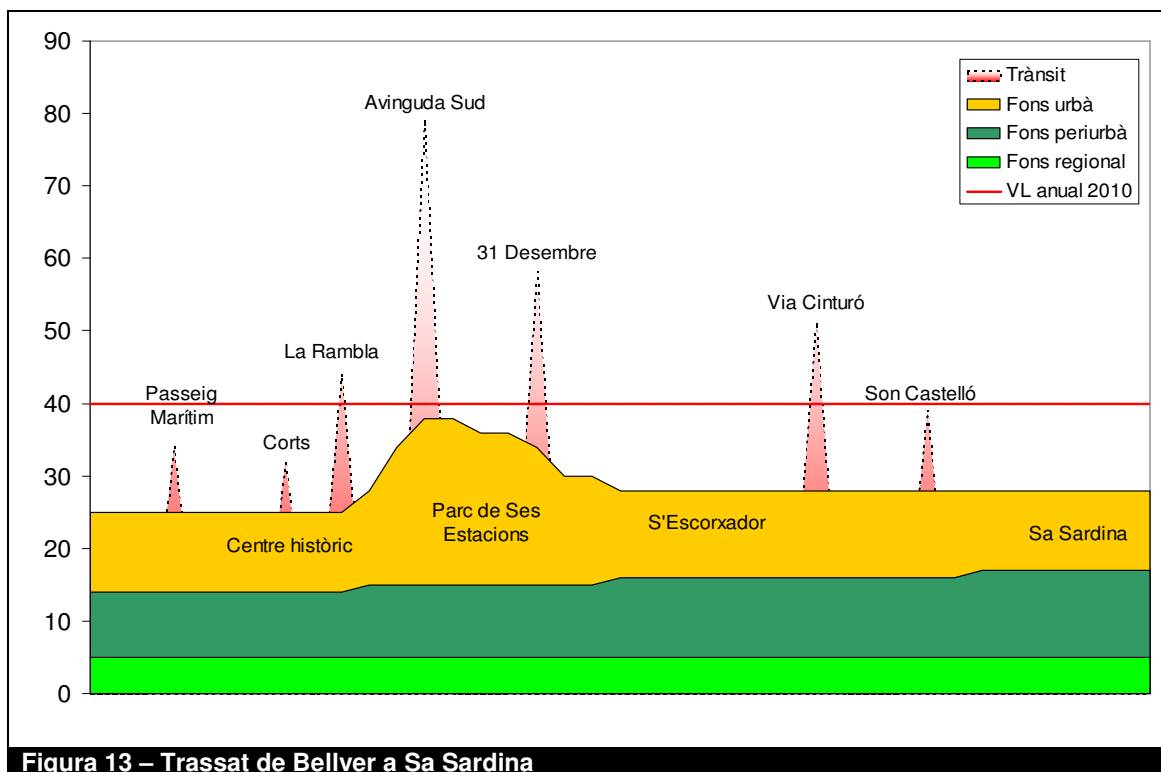
El traçat del Castell de Bellver a “Els Penjats” està il·lustrat a la figura 14. Mirant els nivells fons de la ciutat, es pot veure la transició de tres zones: nivells a la zona del port, el centre històric i el fons de ciutat. Els nivells de fons a la zona del centre històric són de $25 \mu\text{gm}^{-3}$ augmentant a $38 \mu\text{gm}^{-3}$ al centre urbà.

17



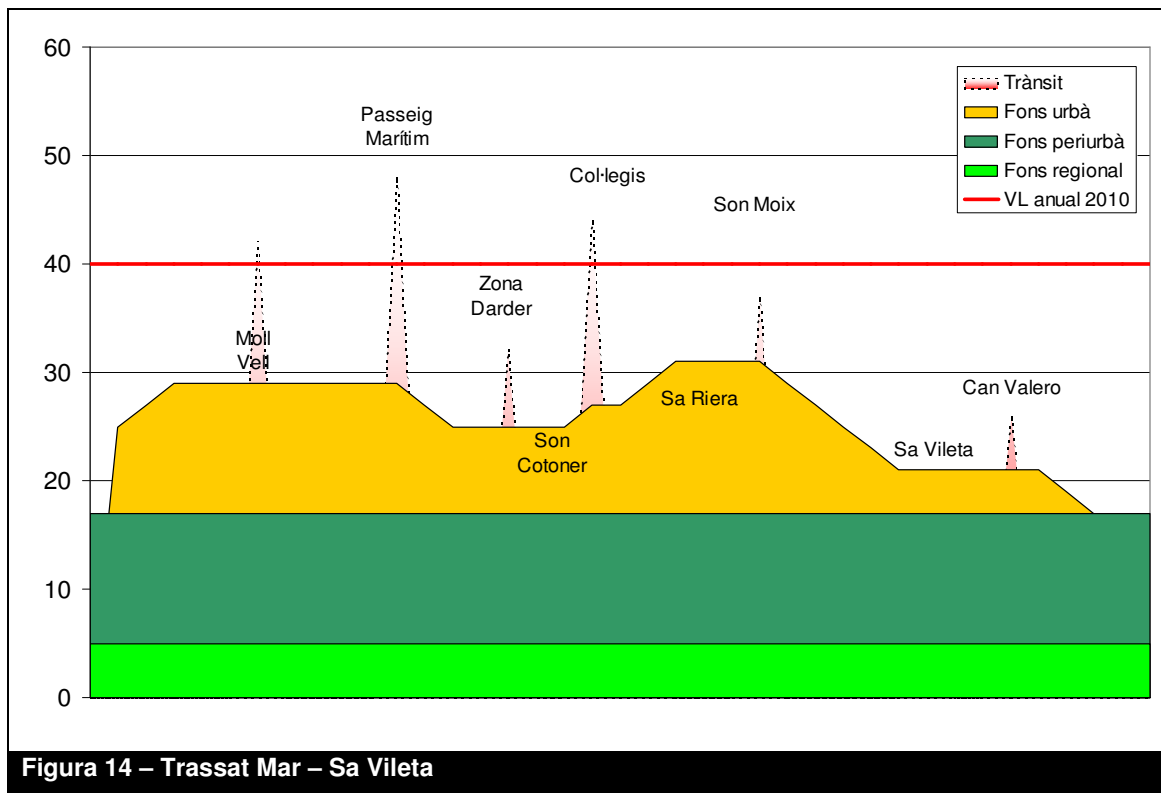
Trassat Palma (de Mar a Sa Sardenya)

El trassat Mar-Sa Sardenya està il·lustrat a la figura 15. Mirant els nivells fons de la ciutat, es pot veure la transició de les tres zones representades anteriorment: centre històric, zona Parc de Ses Estacions i S'Escorxador. La figura 15 també il·lustra els nivells puntuals mesurats a les diferents vies que creuen el trassat. Els punts més elevats són Avinguda Sud, 31 Desembre, Via Cinturó, La Rambla...



Trassat Palma (de Mar a Sa Vileta)

El trassat Mar-Sa Sardenya està il·lustrat a la figura 15. Mirant els nivells fons de la ciutat, es pot veure la transició de les tres zones representades anteriorment: centre històric, zona Parc de Ses Estacions i S'Escorxador. La figura 15 també il·lustra els nivells puntuals mesurats a les diferents vies que creuen el trassat. Els punts més elevats són Avinguda Sud, 31 Desembre, Via Cinturó, La Rambla...



6 Conclusions i recomenacions

El mètode utilitzat ha ajudat a avaluar la qualitat de l'aire de la ciutat de Palma d'una manera ràpida, de baix cost i amb una variació espacial molt extensa (més de 33 punts arreu de la ciutat). Aquest mètode indicatiu és utilitzat extensament a altres ciutats i països per avaluacions similars. La font de contaminació de l'aire més important de la ciutat de Palma és l'emissió de contaminants de vehicles motoritzats i possiblement el port, o activitats relacionades amb aquest.

Els nivells de fons de la ciutat varien segons 4 zones: Fora, fons ciutat, centre històric i fons port. Els nivells de fons de la ciutat, degut a la concentració d'emissions i edificis alts que impedeixen la bona dispersió són més alts. Els nivells de fons de fora i la perifèria són més baixos. En general, es podria conclure que els nivells de fons són bons.

La campanya sembla indicar algun problema de NO₂ a la ciutat. Els punts de trànsit indiquen nivells elevats. Els resultats semblen indicar una variació de nivells segons l'intensitat de vehicles, retenció de vehicles i la poca dispersió.

La font principal de NO₂ a la ciutat de és el trànsit motoritzat. En algunes vies de trànsit important, és mesuren els nivells més alts. Els nivells elevats són deguts a un nombre elevat de vehicles i en algunes ocasions, també podria ser degut a un percentage elevat de vehicles de gran tonatge.

En punts de bona dispersió, l'estudi sembla indicar que a una distància de 35-50 metres de la via principal, els nivells de NO₂ arriben a nivells de fons de la zona.

L'estudi es pot utilitzar com a base per comparar amb futurs estudi per veure el canvi dels nivells de NO₂ a la ciutat de Palma amb la implantació del Pla de Millora de Qualitat de l'Aire de Palma.

Seria interessant estudiar la relació dels nivells de NO₂, la intensitat de vehicles de les diferents vies i la tipologia dels vehicles de les vies. Aquest estudi es podria complementar amb un modelatge de la qualitat de l'aire de la ciutat.

Apèndixs

Apèndix 1: Característiques punts de mesura

Apèndix 2: Resultats de la Campanya

Apèndix 1

Característiques punts de mesura

Tub	Nom	Lat	Long	Carrer/lloc	Tipus	Comentaris
1,2,3	Estació Forners	39.5712	2.6569	Carrer Manacor/Avinguda de Gabriel Alomer i Villalonga	Trànsit	
04	Estació Forners II	39.5710	2.6569	Avinguda de Gabriel Alomer i Villalonga, 2	Trànsit	0.6 vor, 1 carbus + parada bus
05	Manacor-Parc	39.5711	2.6664	C/Manacor	Trànsit	Zona obert-Parc; 0.6m + carril parking
06	Plaça Pere Grau	39.5745	2.6646	Plaça Pere Grau (Mercat)	Fons urba	
07	Güell	39.5786	2.6627	C/ Aragó (Cruïlla amb c/Marques Font Santa i Jaume Balmes)	Trànsit	
08	Aragó/Via Cinturo	39.5846	2.6709	C/ Aragó (Via Cinturó)	Trànsit	
09	Els penjats	39.5767	2.7041	2ari a Camí de Vell de Sineu (aprop de Son Llatzer)	Fons periurba	
10	Coll	39.5537	2.6955	C/ Carrer Illes Pitüses, 10	Trànsit*	Zona residencial (Trànsit)
11	Passeig Marítim	39.5653	2.6480		Trànsit	
12	Passeig Marítim	39.5659	2.6460		Trànsit	Entrada Moll Vell
13	Passeig Marítim 2	39.5599	2.6264		Trànsit	1.5 vorera + 2.5 parking
14	El Terreno	39.5611	2.6235	C/ Lleó, 1	Fons urba	
15,16,17	Bellver	39.5644	2.6217		Fons periurba	
18	Moll Vell	39.5622	2.6365		"Fons"	
19	Passeig Marítim	39.5532	2.6237		Trànsit	Club de Mar
20	Col.legis	39.5786	2.6268	Avinguda Picasso	Trànsit	0.6m vorera + containers
21	Son Moix	39.5866	2.6325	C/ Sant Francesc Martí i Mora	Trànsit	
22	Sa Vileta	39.5940	2.6197	C/ del Dega Tous, 2	Trànsit*	Trànsit baix...
23	Can Valero	39.5955	2.6324	C/ Quatre de Novembre (Davant Ferreteria Can Valero)	Trànsit	
24	Son Cotoner	39.5812	2.6366	C/ del ocells (aprop 5)	Trànsit*	1m + 2.5 parking, poc T
25	Sa Riera	39.5837	2.6394		Fons urba	
26	Zona Darder	39.5766	2.6390	C/ de Femenines, 26 (amb C/ de Bellet)	Trànsit*	
27	Avinguda Sud II	39.5740	2.6427	Passeig Mallorca, 2	Trànsit	
28	Avinguda Sud I	39.5772	2.6477	Passeig Alemanya, 2	Trànsit	
29	S'Escorxador	39.5860	2.6503	Plaça Germans Garcia	Fons urba	
30	31 Desembre	39.5823	2.6524	Plaça Abu Yahya, 3 (Davant Banc Santander)	Trànsit	
31	Piscina Municipal	39.5914	2.6619	Piscina Municipal Son Hugo	Trànsit	zona oberta -cinturó
32	Sa Sardina	39.6110	2.6540	Camí dels Passatemps (aprop 15)	Fons periurba	Placeta,
33	Son Castello	39.5958	2.6666	Av Setze de Juliol,	Trànsit	
34	Centre Historic	39.5676	2.6518	C/ Can Dusai	Fons urba	
35	Corts	39.5695	2.6501	Plaça Corts	Trànsit	Trànsit poc intens, centre historic
36	La Rambla	39.5726	2.6506	La Rambla dels Ducs de Palma de Mallorca, 6	Trànsit	Trànsit intens, centre historic
37	Parc de sesEstacions	39.5770	2.6562		Fons urba	

Apèndix 2

Resultat de la campanya

Lat	Long	Codi	Nom	Tipus	Mitjana Campanya
39.57117	2.656943	Tub 1,2,3	Estació Forners	Trànsit	47
39.571	2.656878	Tub 04	Estació Forners II	Trànsit	58
39.57112	2.666378	Tub 05	Manacor-Parc	Trànsit	46
39.57445	2.664644	Tub 06	Plaça Pere Grau	Fons urba	39
39.57863	2.662717	Tub 07	Güell	Trànsit	62
39.58455	2.670861	Tub 08	Aragó/Via Cinturo	Trànsit	56
				Fons	
39.57672	2.704106	Tub 09	Els penjats	periurba	17
39.55373	2.695525	Tub 10	Coll	Trànsit*	34
39.56529	2.647983	Tub 11	Passeig Marítim	Trànsit	50
39.56592	2.645967	Tub 12	Passeig Marítim/Entrada Moll Vell	Trànsit	59
39.55995	2.6264	Tub 13	Passeig Marítim 2	Trànsit	48
39.56107	2.623497	Tub 14	El Terreno	Fons urba	27
		Tub		Fons	
39.56442	2.621653	15,16,17	Bellver	periurba	14
39.56222	2.6365	Tub 18	Moll Vell	"Fons"	42
39.55318	2.623728	Tub 19	Passeig Maritim - Club de Mar	Trànsit	45
39.57856	2.626775	Tub 20	Col.legis	Trànsit	44
39.58662	2.632506	Tub 21	Son Moix	Trànsit	37
39.59398	2.619717	Tub 22	Sa Vileta	Trànsit*	21
39.59547	2.632436	Tub 23	Can Valero	Trànsit	26
39.58116	2.636606	Tub 24	Son Cotoner	Trànsit*	25
39.58367	2.639436	Tub 25	Sa Riera	Fons urba	31
39.57658	2.639044	Tub 26	Zona Darder	Trànsit*	32
39.57396	2.642725	Tub 27	Avinguda Sud II	Trànsit	54
39.57716	2.647697	Tub 28	Avinguda Sud I	Trànsit	79
39.58598	2.65025	Tub 29	S'Escorxador	Fons urba	28
39.58225	2.652447	Tub 30	31 Desembre	Trànsit	58
39.59145	2.661919	Tub 31	Piscina Municipal	Trànsit	51
				Fons	
39.61098	2.653975	Tub 32	Sa Sardina	periurba	17
39.59582	2.6666	Tub 33	Son Castello	Trànsit	39
39.56764	2.651792	Tub 34	Centre Historic	Fons urba	25
39.56954	2.650111	Tub 35	Corts	Trànsit	32
39.57256	2.650572	Tub 36	La Rambla	Trànsit	44
39.57697	2.656219	Tub 37	Parc de ses Estacions	Fons urba	38

The Gemini Building
Fermi Avenue
Harwell International Business Centre
Didcot
Oxfordshire
OX11 0QR

Tel: 0845 345 3302
Fax: 0870 190 6318

E-mail: info@aeat.co.uk

www.aea-energy-and-environment.co.uk