



Govern d'Andorra

A stylized, light blue mountain range graphic spanning the width of the page, positioned above the title.

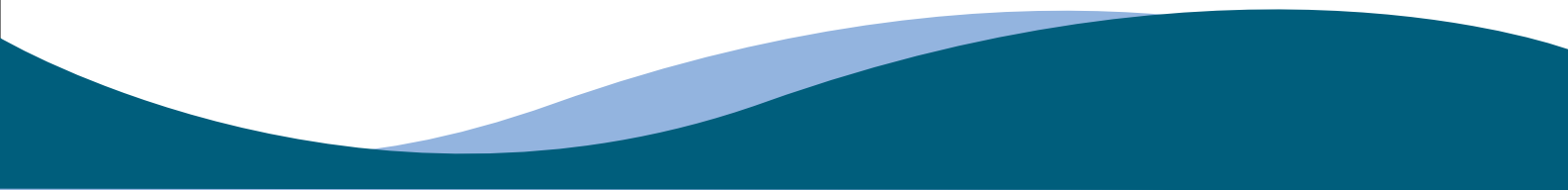
LA QUALITAT DE L'AIRE A ANDORRA

Any 2007



Medi Ambient

govern d'andorra

A stylized, dark blue mountain range graphic at the bottom of the page.

> ÍNDEX

1. INTRODUCCIÓ	2
2. DISPOSITIUS DE VIGILÀNCIA	8
2.1- Xarxa automàtica	8
2.2- Xarxa manual	9
2.3- Balanç de l'activitat metrològica	11
2.4- Zonificació i punts de mesurament	12
3. METEOROLOGIA	14
3.1- Temperatura, radiació solar i pluviometria	14
3.2- Direcció i velocitat del vent	15
3.3- Estabilitat atmosfèrica	16
4. RESULTATS PER CONTAMINANTS	18
4.1- Òxids de nitrogen (NO _x)	18
4.2- Diòxid de sofre (SO ₂)	30
4.3- El monòxid de carboni (CO)	32
4.4- Partícules	34
4.5- L'ozó (O ₃)	40
4.6- El benzè (C ₆ H ₆)	45
4.7- Els metalls	48
4.8- Les dioxines i els furans	50
5. COMPORTAMENTS DELS CONTAMINANTS	51
5.1- Comportament estacional	51
5.2- Comportament setmanal	52
5.3- Comportament diari	53
5.4- Episodis particulars	55
6. MODELITZACIONS	57
6.1- Contaminació de proximitat del trànsit	57
6.2- Interpolació dels nivells de NO ₂	60
7. COMUNICACIÓ	61
7.1- La pàgina www.aire.ad	61
7.2- Enquesta pública	63
8. CONCLUSIONS	64
8.1- Generalitats	64
8.2- Taula de resultats	65
8.3- Comportament i evolució dels contaminants	67
8.4- Perspectives	72

1- INTRODUCCIÓ

L'aire és indispensable per a la vida de les persones, de la fauna i de la vegetació; és un bé essencial limitat que s'ha de preservar.

L'aparició a l'aire de substàncies no habituals o bé en quantitats més elevades del que és normal fa que parlem de **contaminació atmosfèrica**.

L'abocament de substàncies considerades contaminants a l'atmosfera, procés que s'anomena emissió, pot ser degut a causes naturals (efectes de les cendres de volcans, de partícules del desert, de zones pantanoses...) o per motiu de l'acció humana (efecte antropogènic). **L'emissió** d'aquests contaminants es produeix en una capa d'un o dos quilòmetres, anomenada capa límit planetària. Una vegada els contaminants són emesos a l'atmosfera, hi romanen durant un cert temps, conegut com a temps de residència. Aquest temps de residència a l'atmosfera està relacionat amb la seva reactivitat química, amb el rentat de l'atmosfera que efectua la pluja i la capacitat del medi per dispersar-los.

Les substàncies emeses a l'atmosfera es dispersen, es barregen, són transformades i transportades en un procés que s'anomena immissió i més tard, d'una forma o una altra, retornen a la superfície terrestre i llavors poden afectar les persones, els animals, el medi natural i els materials (monuments històrics).

En tractar el problema de la contaminació atmosfèrica, cal tenir present que, tot i que hi ha certa relació entre emissió i immissió, aquests paràmetres no són equivalents perquè entre tots dos hi ha un procés de transport i dispersió mitjançant l'atmosfera que pot dispersar o concentrar els contaminants o fins i tot modificar-ne la naturalesa.

Les concentracions dels contaminants també varien en funció del clima (vent, temperatura, estabilitat atmosfèrica i particularment les inversions tèrmiques), la qual cosa en facilita o en dificulta la dispersió.

La **vigilància de la qualitat de l'aire** correspon principalment a l'avaluació o fins i tot a la mesura dels nivells d'immissió que ens proporcionen les concentracions de cada contaminant en un punt determinat a escala receptora, independentment de la font de la qual prové. És per això que indistintament es parla de nivell de qualitat de l'aire i nivell d'immissió. Els nivells d'immissió o de qualitat de l'aire són els que determinen l'efecte d'un contaminant sobre la salut o el medi ambient.

La **Llei sobre la contaminació atmosfèrica i els sorolls**, aprovada pel Consell General el 30 de desembre de 1985, preveu que des del Departament de Medi Ambient es vigili la qualitat de l'aire. Per aquest motiu, s'ha desenvolupat el Reglament de control de la contaminació atmosfèrica, que defineix els contaminants que s'han de mesurar, els nivells límits i els nivells d'informació i d'alerta a la població.

El Govern d'Andorra va aprovar, el 6 de desembre del 2006, una **estratègia de vigilància, comunicació i protecció del medi atmosfèric** amb l'objectiu de definir, vistos els coneixements actuals de la qualitat de l'aire, les línies directrius en l'àmbit del medi atmosfèric d'Andorra per als anys 2006 a 2010.

L'estratègia es desenvolupa sobre la base de tres programes principals:

- Vigilància de la qualitat de l'aire amb l'objectiu de vigilar els nivells d'immissions.
- Protecció del medi per actuar sobre les principals fonts d'emissió al medi atmosfèric i les possibles afectacions al medi natural.
- Comunicació sobre el medi atmosfèric.

Les finalitats principals d'aquest pla són les següents:

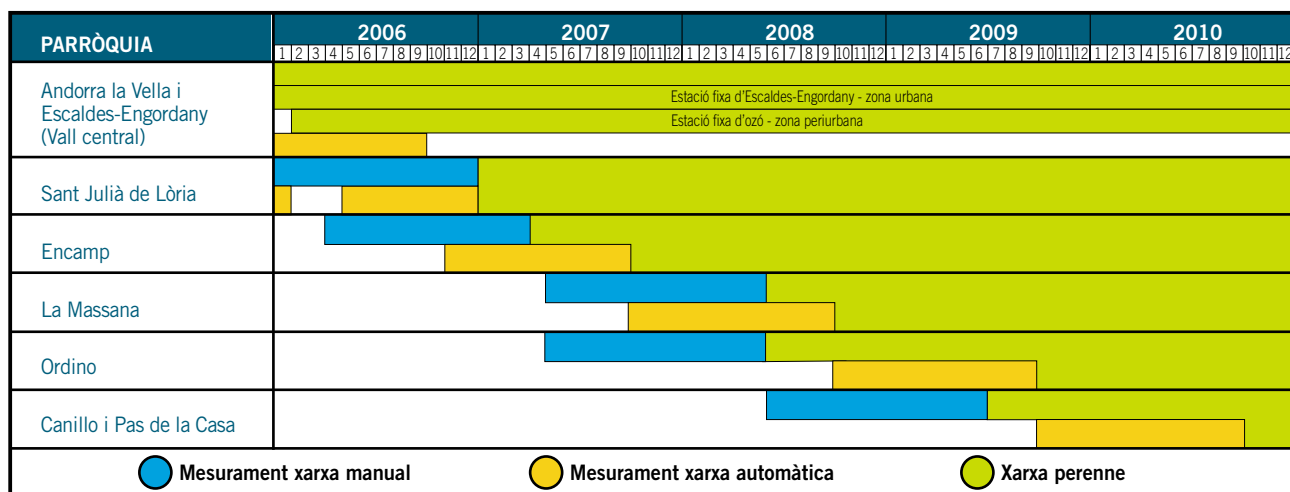
- Definir les orientacions per vigilar, informar, prevenir i reduir els nivells de contaminació atmosfèrica segons els objectius de qualitat de l'aire definits per la Unió Europea.
- Vigilar en continu la qualitat de l'aire als nuclis de densitat de població més alta i definir un programa progressiu d'extensió de la vigilància de la qualitat de l'aire a tots els nuclis urbans.
- Analitzar diàriament les dades rebudes de les estacions de vigilància de la qualitat de l'aire i la comparació amb els nivells legistats.
- Conèixer i caracteritzar el comportament a Andorra dels contaminants de l'atmosfera a través de les dades i de les eines de simulació.
- Identificar i localitzar els principals focus emissors i determinar l'impacte de les fonts d'emissió més significatives.
- Informar i comunicar diàriament i quan se superin els llindars establerts per garantir la salut pública, la protecció del medi ambient i la conservació del patrimoni històric i artístic.
- Establir unes línies bàsiques d'actuació per prevenir l'augment i garantir la reducció de la contaminació atmosfèrica.

Els contaminants que actualment s'han de tenir en compte en l'avaluació i la gestió de la qualitat de l'aire, segons l'annex II del Reglament de control de la contaminació atmosfèrica, del 18 de setembre del 2002, són el diòxid de sofre (SO₂), el diòxid de nitrogen (NO₂) i els òxids de nitrogen (NO_x), les partícules fines com el sutge (inclòs PM₁₀), les partícules en suspensió (PS), el plom (Pb), l'ozó (O₃), el benzè (C₆H₆), el monòxid de carboni (CO), els hidrocarburs policíclics aromàtics (HPA), el cadmi (Cd), l'arsènic (As), el níquel (Ni) i el mercuri (Hg).

En conseqüència, s'ha establert un **programa de vigilància de la qualitat de l'aire** (vegeu quadre 1) a fi de mesurar i avaluar les concentracions de contaminants a totes les parròquies i comparar les concentracions mesurades amb els límits normatius i els llindars de protecció de la salut de les persones.

Es preveu que la mesura de les concentracions dels contaminants primaris i secundaris s'efectuarà de forma progressiva a totes les parròquies mitjançant les xarxes manuals i automàtiques per poder determinar el tipus de xarxa perenne necessària.





> Quadre 1: Programa de vigilància de la qualitat de l'aire (període 2006-2010)

La vigilància de la qualitat de l'aire s'ha de dur a terme seguint els **procediments tècnics** establerts a escala europea i garantint el mínim exigít de dades fiables.

A fi de situar les estacions de mesurament s'estableix el procediment següent:

1. Zonificar el nucli urbà segons els criteris principals de població, població sensible, relleu, focus emissors fixos i mòbils, per ubicar-hi almenys un mostrejador passiu de diòxid de nitrogen i de benzè, toluè, etilbenzè i xilè per zona.
2. Recollir les dades d'interès relacionades amb la població en general, les escoles bressol, els centres d'ensenyament, les llars de jubilats i tot el conjunt de població sensible per determinar les ubicacions de les estacions de mesurament.
3. Informar el comú corresponent de la campanya de mesurament prevista i considerar les seves recomanacions per situar les estacions.
4. Ubicar les estacions de mesurament mòbils per als contaminants primaris i secundaris segons els criteris tècnics necessaris per mesurar els nivells d'immissió.
5. Ubicar altres estacions per a l'avaluació de contaminants properament d'interès o legiscats, com per exemple els metalls i les partícules PM_{2,5}.

Les dades de les **campanyes de mesurament** definides a totes les parròquies s'obtenen mitjançant les estacions mòbils de vigilància de la qualitat de l'aire i s'analitzen comparant-les amb els nivells d'immissió mesurats a les estacions fixes de la vall central (nucli urbà d'Escaldes-Engordany i Engolasters respectivament per als contaminants primaris i secundaris), representatives del nivell de fons de la vall central, on resideix prop del 50% de la població.

Durant les campanyes de mesurament i segons els resultats obtinguts, s'ha de definir el **tipus de mesurament** perenne necessari per contaminant segons les exigències de les directives europees. Es pot emprar el mesurament en continu, la combinació de mesures amb la modelització o bé la modelització o l'avaluació objectiva, en funció dels nivells obtinguts.

EXIGÈNCIES EUROPEES EN FUNCIÓ DELS NIVELLS DE CONTAMINACIÓ

	% del valor límit
VALOR LÍMIT	
LLINDAR MÀXIM	Mesurament en continu - Incertesa del 15% al 25% segons el contaminant
LLINDAR MÍNIM	Combinació de mesures i de modelització - Incertesa del 25% al 50% segons el contaminant
	Modelització o avaluació objectiva - Incertesa del 50% al 100% segons el contaminant

> **Quadre 2:** Tipus de mesuraments en funció dels nivells de contaminació

Com a mínim, s'estableix una **xarxa manual perenne de mostrejadors passius** per nucli urbà a fi de seguir en el temps les variacions dels nivells de qualitat de l'aire del lloc.

Les exigències europees pel que fa al tipus de mesurament dels nivells d'immissió s'estableixen mitjançant uns llindars mínims (a partir dels quals s'han de combinar les mesures i la modelització) i uns llindars màxims (a partir dels quals s'ha de fer un mesurament en continu) obtinguts a partir dels valors definits en la reglamentació per cada contaminant.

		LLINDAR INFERIOR ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	LLINDAR SUPERIOR ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
NO₂	Llindar anual	26	32
	Llindar horari	100 (< 18 cops a l'any)	140 (<18 cops a l'any)
SO₂	Llindar diari	50 (no superior a 3 cops a l'any)	75 (no superior a 3 cops a l'any)
	Llindar hivernal*	8	12
PM₁₀	Llindar diari	20 (< 7 cops a l'any)	30 (< 7 cops a l'any)
	Llindar anual	10	14
CO	Llindar anual	5.000	7.000
Benzè	Llindar anual	2	3,5
Plom	Llindar anual	0,25	0,35

*De l'1 d'octubre al 31 de març

> **Quadre 3:** Valors dels llindars inferior i superior establerts per contaminant segons la normativa europea

No obstant això, la normativa europea estableix que per a un nivell de concentracions més elevades al llindar d'avaluació superior d'un contaminant s'ha d'emprar una estació en automàtic per a una població compresa entre 0 i 250.000 habitants. Aquest requisit es compleix amb les estacions fixes situades a la vall central (nucli urbà d'Escaldes-Engordany i Engolasters).



També existeix un conjunt de definicions relacionades amb els diferents tipus d'estacions de mesura segons el seu lloc d'implantació i els objectius que tenen preestablerts segons reflecteix el quadre següent:

DEFINICIONS		OBJECTIUS
ESTACIONS DE FONS REALITZANT UN SEGUIMENT DE L'EXPOSICIÓ MITJANA DE LES PERSONES I EL MEDI AMBIENT	Estació urbana	Seguiment de l'exposició mitjana de la població als fenòmens de pol·lució atmosfèrica anomenats de fons als centres urbans.
	Estació periurbana	Seguiment de la pol·lució fotoquímica en particular de l'ozó i els seus precursors i eventualment dels pol·luents primaris i seguiment del nivell d'exposició mitjà de la població als fenòmens de pol·lució atmosfèrica anomenats de fons a la perifèria del centre urbà.
	Estació rural regional	Vigilància dels ecosistemes i de la població a la pol·lució atmosfèrica de fons en particular fotoquímica a escala regional: contribueix al conjunt del territori especialment en àmbit rural.
	Estació rural nacional	Vigilància en zones rurals de la pol·lució atmosfèrica anomenada de fons deguda al transport de masses d'aire a llarga distància, en particular de caràcter transfronterer.
ESTACIONS DE PROXIMITAT	Industrial	Proporciona informacions sobre les concentracions mesurades en zones representatives del nivell màxim al qual la població colindant d'una font fixa és susceptible d'estar exposada, per fenòmens de barreja o acumulació.
	Tràfic	Proporciona informacions sobre les concentracions mesurades en zones representatives del nivell màxim d'exposició al qual la població situada a la proximitat d'una infraestructura viària és susceptible d'estar exposada.
	Estació d'observació específica	Necessitats específiques tals com l'ajuda a la modelització o la previsió, el seguiment d'emissors diferents de l'indústria o la circulació com ara la pol·lució de l'aire d'origen agrícola.

> **Quadre 4:** Definicions de les diferents tipologies d'estacions de mesura

El Reglament de control de la contaminació atmosfèrica vigent a Andorra estableix en l'annex VIII els **valors límit dels nivells d'immissió** d'una sèrie de contaminants a fi d'evitar, prevenir o reduir els efectes nocius per a la salut humana i per al medi ambient. Juntament amb aquests valors límit s'estableixen per a alguns contaminants (diòxid de sofre, diòxid de nitrogen i ozó) uns valors llindar d'avís a la població a partir dels quals una exposició de durada breu suposaria un risc per a la salut humana.

En el quadre resum següent queda reflectida la normativa andorrana esmentada anteriorment:

CONTAMINANT		PROTECCIÓ	PERÍODE MITJANA	VALOR LÍMIT ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	MÀXIM NOMBRE DE SUPERACIONS PER ANY
DIÒXID DE SOFRE	SO_2	Salut humana	1 hora	350	< 24
			24 hores	125	< 3
		Alerta	3 hores	500	
		Ecosistemes	Any civil i hivernal (de l'1 octubre al 31 març)	20	
ÒXIDS DE NITROGEN	NO_2	Salut humana	1 hora	200	< 18
			1 any civil	40	
		Alerta	3 hores	400	
	$\text{NO}_x = \text{NO} + \text{NO}_2$	Vegetació	1 any civil	30	
PARTÍCULES	PM_{10}	Salut humana	24 hores	50	< 7
			1 any civil	20	
PLOM	Pb	Salut humana	1 any civil	0,5	
OZÓ	O_3	Salut humana	Màxim de les mitjanes 8 horàries del dia	120 (< 25 dies/any)	
		Vegetació	Entre l'1 de maig i el 31 de juliol (AOT 40)	18.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$	
		Informació	Mitjana horària	180	
		Alerta	Mitjana horària	240	
BENZÉ	C_6H_6	Salut humana	1 any civil	5	
MONÒXID DE CARBONI	CO	Salut humana	Màxim de les mitjanes 8-horàries del dia	10.000	

(a 293°K i 101,3 kPa)

> **Quadre 5:** Resum de la normativa vigent en relació amb els valors límit dels nivells d'immissió

Cal assenyalar que la normativa vigent a la Unió Europea preveu com a objectiu de qualitat, en el cas del NO_2 , el SO_2 i les partícules, l'acompliment d'aquests valors per a l'any 2010 com a termini màxim amb un procés de reducció lineal dels valors límit reglamentats per a cadascun d'aquests contaminants. En aquest sentit, la reglamentació andorrana publicada al BOPA l'any 2002 va prescindir d'aquesta etapa prèvia de transició fins a l'any 2010.

La directiva andorrana preveu que s'han de tenir en compte en l'avaluació de la qualitat de l'aire, malgrat que no defineix un valor límit d'immissió, els hidrocarburs aromàtics policíclics, l'arsènic, el cadmi, el mercuri i el níquel. La Directiva europea 2004/107/CE publicada amb posterioritat al reglament andorrà defineix els límits per a l'arsènic, el cadmi, el mercuri i el níquel en l'aire ambient.

El mesurament d'aquests contaminants a Andorra es va iniciar l'any 2005 en zones urbanes en paral·lel a les estacions de mesura automàtiques emprant un captador d'alt volum de la xarxa manual. Es preveu iniciar els mesuraments de les concentracions d'hidrocarburs aromàtics policíclics l'any 2008.



L'entrada en vigor el 21 de maig del 2008 de la Directiva europea 2008/50/CE, que unifica i revisa totes les normatives anteriors, a excepció de la Directiva 2004/107/CE, introdueix canvis substancials sobre la vigilància de la qualitat de l'aire. En particular, en el cas de les partícules el canvi se centra sobre el nivell límit de partícules PM10 (fixat en 40 µg/m³ de mitjana per any civil) i en l'establiment d'un nivell per a les partícules PM2,5 (fixat en 25 µg/m³ de mitjana per un any civil).

Aquest informe recull els resultats i l'anàlisi de les mesures recollides mitjançant la xarxa de vigilància de la qualitat de l'aire del Govern d'Andorra per a l'any 2007, així com la comparació amb l'estudi històric disponible. Té per objecte comparar els valors mesurats i/o avaluats amb la legislació vigent i establir la tendència dels nivells de qualitat de l'aire a Andorra.

2- DISPOSITIUS DE VIGILÀNCIA

2.1. Xarxa automàtica

La xarxa automàtica està constituïda per 5 estacions, que mesuren una sèrie de pol·luents per mitjà d'uns analitzadors en continu, que transmeten les dades a través d'un sistema d'adquisició de dades, el qual envia els registres via telefònica a un servidor central, on es connecten les terminals del Departament de Medi Ambient.



< ESTACIÓ MÒBIL 940

Data de posada en servei: any 1992 - canvi de cabina l'any 2007

Ubicació: variable / **Tipus d'estació:** urbana

Contaminants mesurats en continu: ozó (O₃), diòxid de sofre (SO₂), monòxid de carboni (CO), òxids de nitrogen (NO_x), partícules (PM10)

Paràmetres mesurats: meteorològics, temperatura i humitat interior

Evolució històrica recent de mesurament: Any 2005: Sant Julià de Lòria, Escaldes-Engordany, Andorra la Vella (Santa Coloma) · Any 2006: Andorra la Vella (Santa Coloma) i Encamp
Any 2007: Encamp

> **Imatge 1:** Estació 940 a l'aparcament del Prat Gran de la parròquia d'Encamp
Font: Unitat Medi Atmosfèric



< ESTACIÓ MÒBIL 941

Data de posada en servei: 13/03/03

Ubicació: variable / **Tipus d'estació:** rural

Contaminants mesurats en continu: ozó (O₃)

Paràmetres mesurats: meteorològics, temperatura i humitat interior

Evolució històrica recent de mesurament: Any 2005: la Massana (l'Aldosa) i Engolasters
Any 2006: Certers · Any 2007: Els Cortals d'Encamp

> **Imatge 2:** Estació 941 a Engolasters (parròquia d'Escaldes-Engordany)
Font: Unitat Medi Atmosfèric



< ESTACIÓ FIXA 942

Data de posada en servei: 17/06/04

Ubicació: nucli urbà d'Escaldes-Engordany / **Tipus d'estació:** urbana

Contaminants mesurats en continu: ozó (O_3), diòxid de sofre (SO_2), monòxid de carboni (CO), òxids de nitrogen (NO_x), partícules (PM10)

Paràmetres mesurats: meteorològics, temperatura i humitat interior

> **Imatge 3:** Estació fixa 942 a Escaldes-Engordany.
Font: Unitat Medi Atmosfèric



< ESTACIÓ MÒBIL 943

Data de posada en servei: 15/05/05

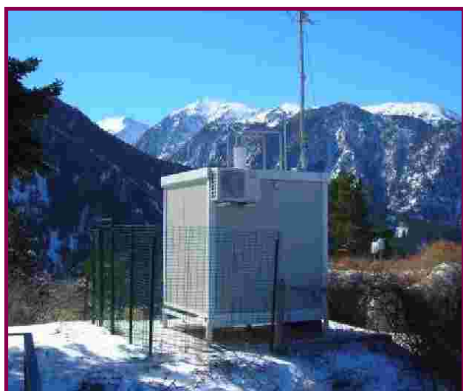
Ubicació: variable / **Tipus d'estació:** urbana

Contaminants mesurats: partícules (PM10 i PM2,5)

Paràmetres mesurats: Temperatura exterior, temperatura i humitat interior

Evolució històrica recent de mesurament: Any 2005: Andorra la Vella (Santa Coloma) i Escaldes-Engordany · Any 2006: Andorra la Vella (Santa Coloma), Escaldes-Engordany i Encamp · Any 2007: Escaldes-Engordany i Encamp

> **Imatge 4:** Estació 943 a sobre del Centre de Salut d'Encamp.
Font: Unitat Medi Atmosfèric



< ESTACIÓ FIXA 944

Data de posada en servei: 10/02/06

Ubicació: Engolasters / **Tipus d'estació:** periurbana

Contaminants mesurats en continu: ozó (O_3)

Paràmetres mesurats: meteorològics, temperatura i humitat interior

> **Imatge 5:** Estació fixa d'ozó 944 a Escaldes-Engordany.
Font: Unitat Medi Atmosfèric

2.2. Xarxa manual

La xarxa manual de vigilància de la qualitat de l'aire està formada per mostrejadors passius de diòxid de nitrogen (NO_2) i de benzè, etilbenzè, toluè i xilè (BTEX) i de tres captadors per mesurar els nivells de partícules PM10 i de metalls en suspensió. Els suports de mesurament de la xarxa manual, els tubs i els filtres, després d'un període d'exposició establert, són analitzats en laboratoris especialitzats. Per tant, les dades obtingudes, a diferència de la xarxa automàtica, corresponen a mitjanes del període mostrejat i no a mesuraments en temps reals.

La xarxa manual de vigilància de la qualitat de l'aire també està formada per galgues de deposicions que s'emmarquen dins a la vigilància d'una activitat industrial, el Centre de Tractament de Residus, on es mostregen els metalls de deposició, les dioxines i els furans, que s'analitzen a posteriori en un laboratori acreditat.





< MOSTREJADORS PASSIUS

Data de posada en servei: any 2002

Ubicació: variable / **Tipus d'estació:** periurbana, urbana i trànsit

Contaminants mesurats: diòxid de nitrogen (NO_2) i benzè, toluè, etilbenzè i xilè (BTX).

Evolució històrica recent de mesurament: Any 2004: Andorra la Vella i Escaldes-Engordany
Any 2005: Andorra la Vella i Escaldes-Engordany · Any 2006: Andorra la Vella, Escaldes-Engordany, Sant Julià de Lòria i Encamp · Any 2007: Andorra la Vella, Escaldes-Engordany, Sant Julià de Lòria, Encamp, la Massana i Ordino

> **Imatge 6:** Mostrejadors passius de la Xarxa manual de vigilància de la qualitat de l'aire
Font: Unitat Medi Atmosfèric



< CAPTADOR D'ALT VOLUM

Data de posada en servei: any 2002

Ubicació: variable / **Tipus d'estació:** variable

Contaminants mesurats: partícules (PM_{10}) i metalls

Paràmetres mesurats: Temperatura exterior, temperatura i humitat interior

Evolució històrica recent de mesurament: Any 2005: punts 3 i 4 del Pla de vigilància del CTR i estació fixa 942 · Any 2006: punts 3 i 4 del Pla de vigilància del CTR i estació fixa 942, Sant Julià de Lòria · Any 2007: punts 3 i 4 del Pla de vigilància del CTR i estació fixa 942, Encamp

> **Imatge 7:** Captador d'alt volum de la Xarxa manual de vigilància de qualitat de l'aire
Font: Unitat Medi Atmosfèric



< CAPTADOR DE BAIX VOLUM

Data de posada en servei: setembre 2007

Ubicació: punts 3 i 4 del Pla de vigilància del CTR / **Tipus d'estació:** variable

Contaminants mesurats en continu: partícules (PM_{10}) i metalls

> **Imatge 8:** Captadors de baix volum de la Xarxa manual de vigilància de la qualitat de l'aire per la vigilància del CTR - Punts 3 i 4
Font: Unitat Medi Atmosfèric



< GALGUES DE DEPOSICIONS

Data de posada en servei: maig 2005

Ubicació: (Pla de vigilància del CTR) 3 estacions al voltant del CTR, 1 estació en zona periurbana i 3 estacions urbanes / **Tipus d'estació:** definides

Contaminants mesurats: metalls, dioxines i furans

> **Imatge 9:** Galgues de deposició de la Xarxa manual de vigilància de la qualitat de l'aire per la vigilància del CTR - Punt 5
Font: Unitat Medi Atmosfèric

2.3. Balanç de l'activitat metrològica

Percentatge de dades

Les directives europees exigeixen un nombre mínim de dades, corresponent generalment al 90%, per a les mesures fixes i indicatives dels nivells de qualitat de l'aire. Durant l'any 2007, el percentatge de dades vàlides a les estacions automàtiques de qualitat de l'aire d'Andorra han sobrepassat, durant el període de mesurament, per a tots els contaminants, a excepció del CO de l'estació mòbil 940, els valors mínims exigits per la directives europees. L'analitzador de CO és el més antic de la xarxa andorrana (més de deu anys) i presenta desviacions i mals funcionaments importants. Per tant, el setembre del 2007 s'ha licitat l'adquisició d'un nou analitzador que entrarà en funcionament al principi del 2008.

Intercomparació a l'INERIS

Durant l'any 2007, el Govern d'Andorra va participar en l'INERIS, a la primera intercomparació europea de mitjans mòbils, conjuntament amb les xarxes de vigilància de la qualitat de l'aire de Bèlgica, Holanda, Espanya i França.

Els nivells enregistrats per l'estació de vigilància andorrana han estat comparables als de les altres estacions i s'han situat al voltant de la mitjana.

Auditoria dels mitjans de mesurament

Les normes tècniques de mesurament europees defineixen uns controls dels analitzadors i dels sistemes de mostreig. Durant l'any 2007, el Govern va encomanar a Ingenieros-Asesores, empresa acreditada per aquestes verificacions en l'àmbit espanyol, el control de l'eficiència de la línia de mostreig, de la linearitat de tots els aparells de la xarxa de vigilància, i per als analitzadors de NOx, un assaig de l'eficiència del convertidor de molibdè. Els resultats han estat molt satisfactoris en totes les comprovacions realitzades.



2.4. Zonificació i punts de mesurament

El programa de mesurament definit garanteix l'assoliment dels objectius de la vigilància de la qualitat de l'aire i l'acompliment de la normativa. Es fa, per tant, necessari realitzar mesures progressivament per tot el territori nacional per tal d'obtenir dades que permetin definir la xarxa perenne de vigilància de la qualitat de l'aire.

> Mapa 1: Zonificació del país



La zonificació del país s'ha establert principalment d'acord amb criteris demogràfics i orogràfics per tal d'obtenir el nombre suficient de dades que permetin a la fi de l'estudi determinar el nombre i la situació definitiva de les diverses estacions de mesura.

Les dues estacions fixes de qualitat de l'aire estan emplaçades a la vall central, on resideix prop del 50% de la població del país, amb l'objectiu de mesurar en continu els nivells de qualitat de l'aire. Les estacions mòbils permeten d'estudiar, segons la planificació definida, els nivells de qualitat de l'aire a les altres valls.

Les zones estudiades l'any 2007 han estat la vall central, la vall sud i la vall oriental (exclusivament el nucli urbà d'Encamp) i la vall nord, on resideix prop del 90% de la població.

QUADRE RESUM DEL DISPOSITIU DE VIGILÀNCIA																		
Àrea geogràfica	Parròquies	Població	Paràmetres mesurats															Modelització
			Xarxa automàtica					Xarxa manual										
			O ₃	SO ₂	CO	NOx	PM10	NO ₂	C ₆ H ₆	PM10	Cd	As	Ni	Pb	Hg	Cr	Mn	
Vall Central	Andorra la Vella i Escaldes-Engordany	49%	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	A nivells dels carrers i/o interpolacions
Vall Sud	Sant Julià de Lòria	12%						●	●									
Vall Oriental	Nucli urbà d'Encamp	13%	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
Vall nord	La Massana i Ordino	16%						●	●									

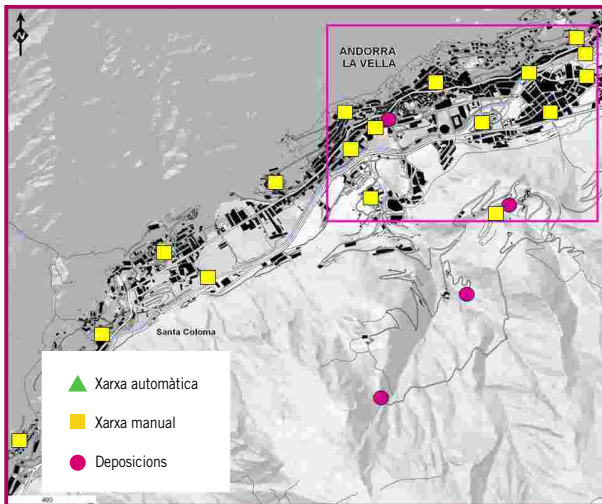
> Quadre 6: Resum del dispositiu de vigilància durant l'any 2007

L'estació mòbil automàtica de vigilància de la qualitat de l'aire s'ha situat durant tot l'any civil al nucli urbà d'Encamp.

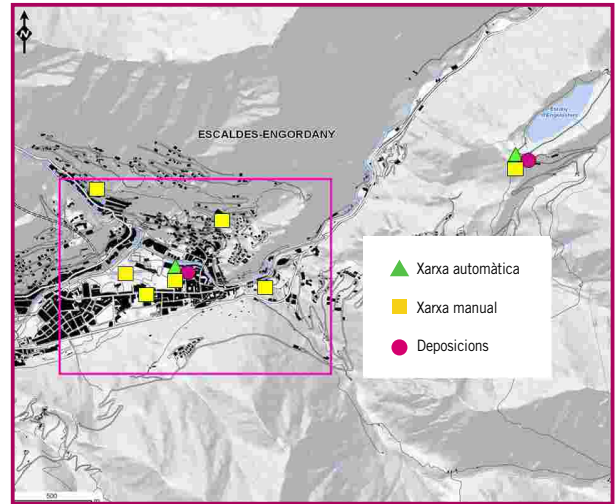
Els mapes de localització detallats a continuació permeten identificar geogràficament els punts de mostreigs per tipus d'estació.

Mapes de localització: Punts de mesuraments per parròquies l'any 2007

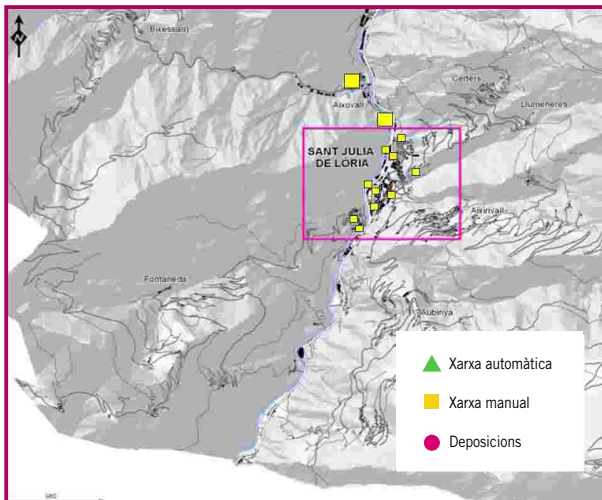
ANDORRA LA VELLA



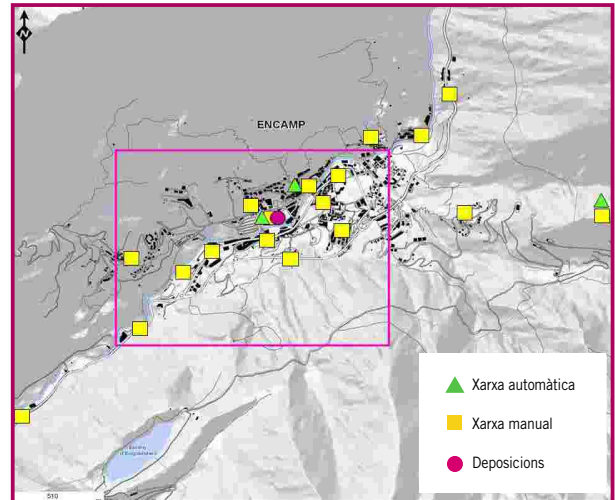
ESCALDES-ENGORDANY



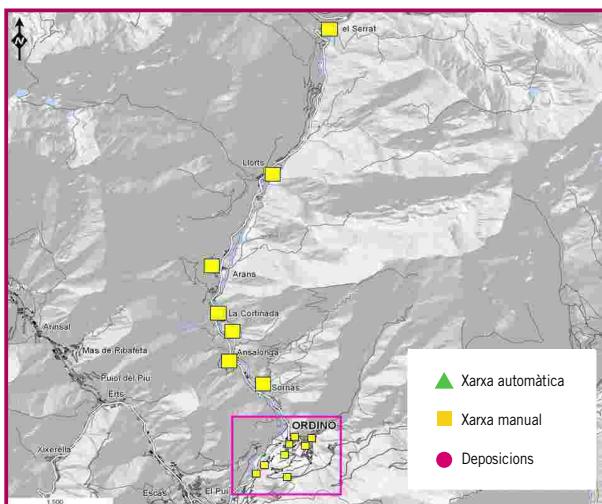
SANT JULIÀ DE LòRIA



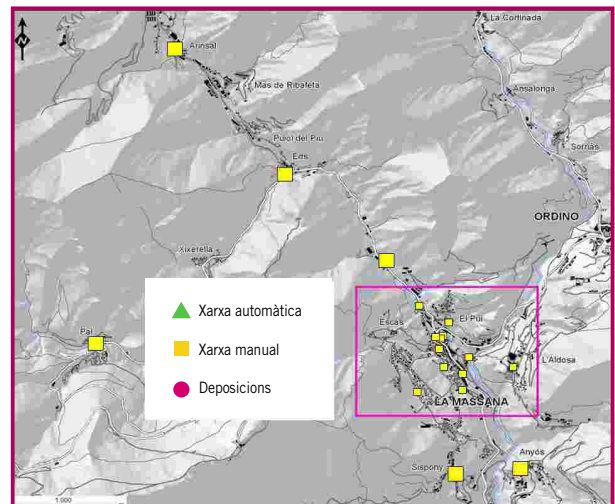
NUCLI URBÀ D'ENCAMP



ORDINO



LA MASSANA



3- METEOROLOGIA

La meteorologia té un rol important sobre la dispersió dels contaminants i per tant sobre els nivells de qualitat de l'aire.

Els paràmetres meteorològics més importants relacionats amb la pol·lució atmosfèrica són la temperatura, la direcció i la velocitat del vent, la pluviometria i l'estabilitat atmosfèrica.

3.1. Temperatura radiació solar i pluviometria

Les corbes de temperatura obtingudes a l'estació automàtica d'Escaldes-Engordany (1.080 m), a Engolasters (1.623 m) i la Comella (1.237 m) representades al gràfic 1 segueixen una bona correlació. La temperatura mitjana en cotes més altes és globalment més baixa, amb l'excepció dels períodes d'inversió tèrmica.

La temperatura mitjana l'any 2007 és lleugerament inferior respecte al 2006 (-3 graus a Engolasters i -0,3 graus a Escaldes-Engordany).

Segons els resultats dels estudis dels anys anteriors, com a tònica general, el període de l'any que és més sensible a augmentar els nivells d'immissió de contaminants primaris se situa entre el novembre i el març. Per al contaminant secundari ozó hi ha dos períodes clau que són la primavera i l'estiu.

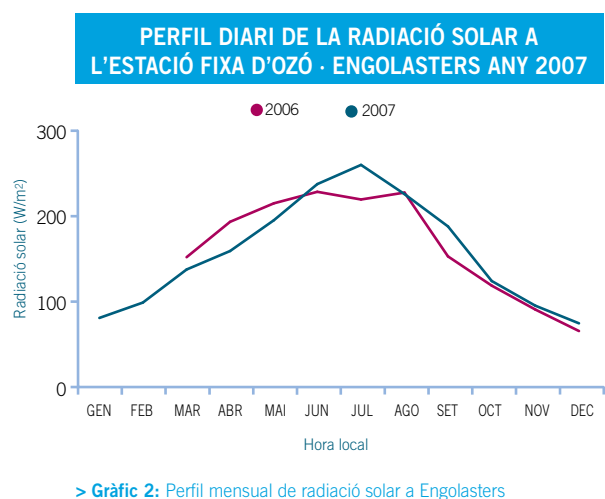
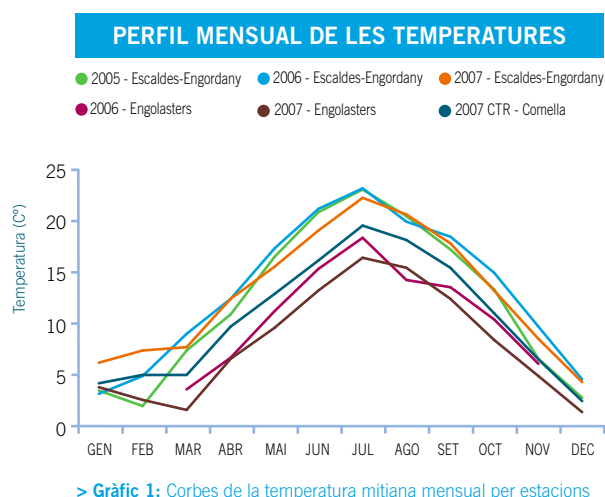
El gràfic 2 il·lustra el perfil mensual de la radiació solar a l'estació d'Engolasters.

L'ozó es forma sota l'efecte dels raigs solars. Els mecanismes són complexos i les concentracions de O₃ es donen a l'estiu, a la perifèria de les zones on es troben aquests contaminants; després poden recórrer grans distàncies.

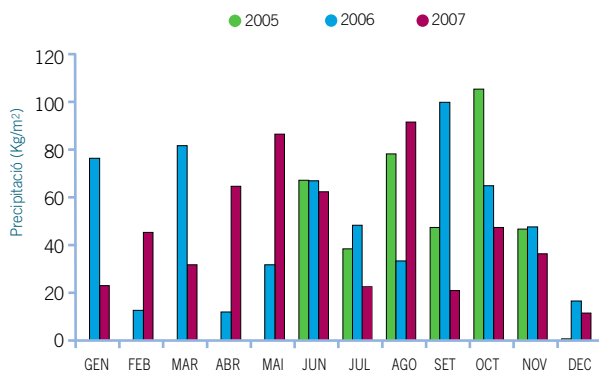
El registre de cúmul de precipitació mensual presentat al gràfic 3 marca força diferències en els darrers tres anys.

Per al 2007, el cúmul anual de precipitacions és de 546 kg/m² a l'estació de la Comella, valor comparable al de l'any 2006 (594 kg/m²).

El gràfic 4 mostra per a l'any 2007 en relació amb el 2006, un increment de les precipitacions a la primavera i una disminució durant la resta de l'any.

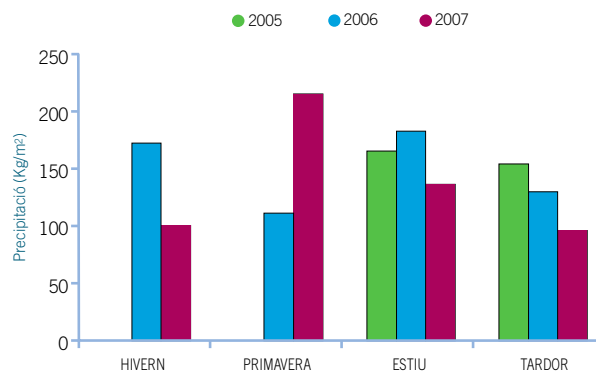


PERFIL MENSUAL DE LA PRECIPITACIÓ A L'ESTACIÓ DE LA COMELLA



> Gràfic 3: Cúmul mensual de precipitacions a la Comella

PERFIL ESTACIONAL DE LA PRECIPITACIÓ A L'ESTACIÓ DE LA COMELLA



> Gràfic 4: Cúmul estacional de precipitacions a la Comella

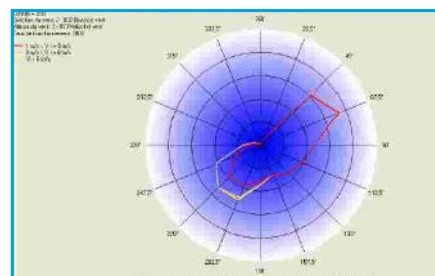
3.2. Direcció i velocitat del vent

La direcció i la velocitat del vent influeixen directament en la difusió i la dispersió dels contaminants.

A causa de l'orografia del país, els vents circulen per les canals de les valls que configuren el territori, i donen així unes direccions preferents que actuen sempre de la mateixa forma. La direcció i la velocitat del vent influeixen directament sobre la concentració dels contaminants.

La rosa dels vents obtinguda a Engolasters revela dues direccions predominants¹: sud-oest (entre 180° i 270°) i nord-est (entre 0° i 90°).

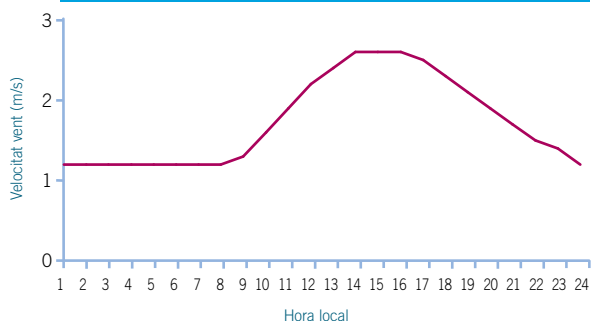
Aquestes direccions s'observen per a velocitats superiors a 1 m/s i es corresponen perfectament amb l'orografia, és a dir amb les direccions de la vall central i la vall d'Encamp.



> Gràfic 5: Rosa dels vents a Engolasters

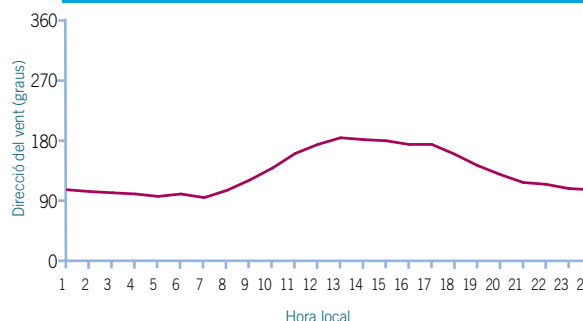
L'alternança de les brises que afecten l'estació d'Engolasters queda reflectida en els perfils diaris dels vents (gràfics 6 i 7), on s'aprecia que la direcció sud-est (entre 90° i 180°) es dona durant les hores centrals del dia (primeres hores del matí i fins al vespre) i que les velocitats també són més intenses. Per totes les estacions de mesurament s'observa que els vents són ascendents durant el dia amb velocitats més elevades i descendents durant la nit amb velocitats febles. També, s'observa una estabilitat de la direcció i la velocitat dels vents durant la nit i unes variacions importants durant les diferents hores del dia.

PERFIL DIARI DE LA VELOCITAT DEL VENT A L'ESTACIÓ FIXA D'OZÓ - ENGOLASTERS ANY 2007



> Gràfic 6: Perfil diari de la velocitat del vent a Engolasters

PERFIL DIARI DE LA DIRECCIÓ DEL VENT A L'ESTACIÓ FIXA D'OZÓ - ENGOLASTERS ANY 2007



> Gràfic 7: Perfil diari de la direcció del vent a Engolasters

¹ La direcció del vent s'expressa en graus i indica la direcció d'on prové el vent. Així, un vent de 180° és un vent que prové del sud.



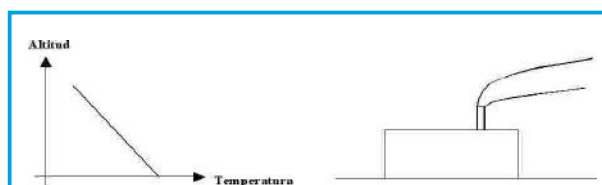
3.3. Estabilitat atmosfèrica

A Andorra cal destacar que les pitjors condicions per afavorir la dispersió dels contaminants primaris es donen a l'hivern com a conseqüència de la particular orografia del país (nuclis urbans al fons de vall estretes) i de les situacions d'inversió tèrmica.

L'estabilitat de l'atmosfera es destina a quantificar les propietats difoses de l'aire en les capes baixes. L'estructura tèrmica vertical de la troposfera pot variar segons els dies i les hores.

En **situació normal de difusió**, la temperatura disminueix amb l'altitud. L'estructura tèrmica de l'atmosfera no frena la difusió dels contaminants (figura 1). De vegades, a partir d'una certa alçada, la temperatura augmenta amb l'altitud.

Llavors hi ha una **inversió tèrmica**: una capa d'aire calent es troba per sobre d'una capa d'aire més fred. L'aire contaminat, que es dispersa cap amunt en situació normal de difusió, és bloquejat llavors per aquesta capa d'aire més calent, que actua com una tapadora tèrmica.



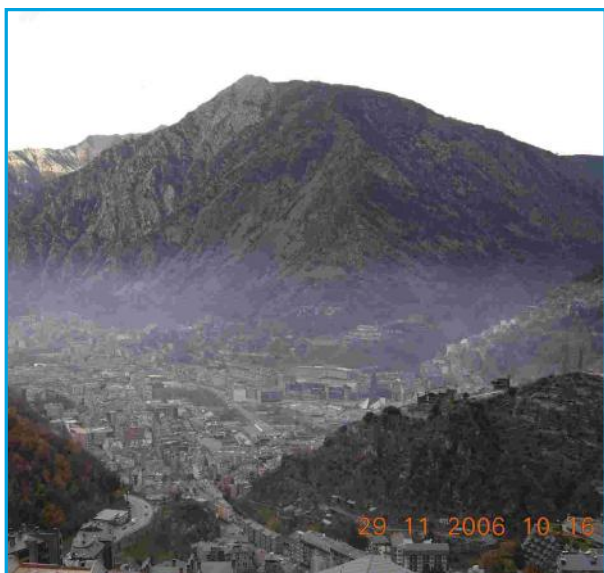
> Figura 1: En situació normal de difusió



> Figura 2: Fenomen d'inversió tèrmica

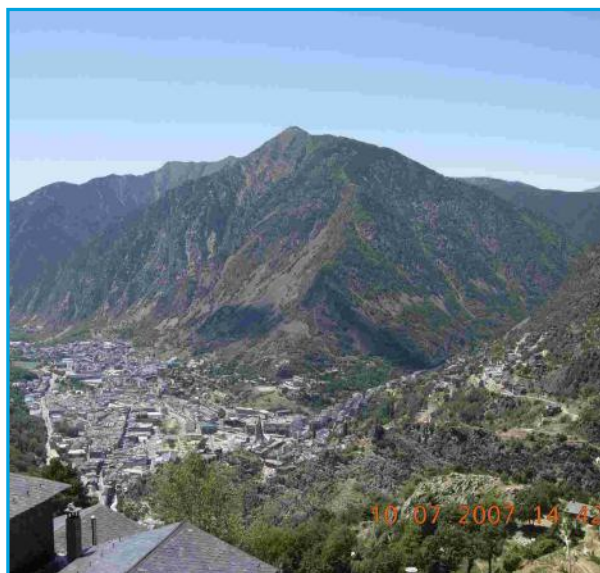
L'estabilitat atmosfèrica contribueix a la contaminació local i pot conduir a la formació d'una cúpula urbana de contaminació. Les imatges adjuntes permeten de comparar dos situacions antagonistes a la vall central:

ESTABILITAT ATMOSFÈRICA: INVERSIÓ TÈRMICA



> Imatges 10 i 11: Fotos de la vall central
Font: Unitat Medi Atmosfèric

INESTABILITAT ATMOSFÈRICA

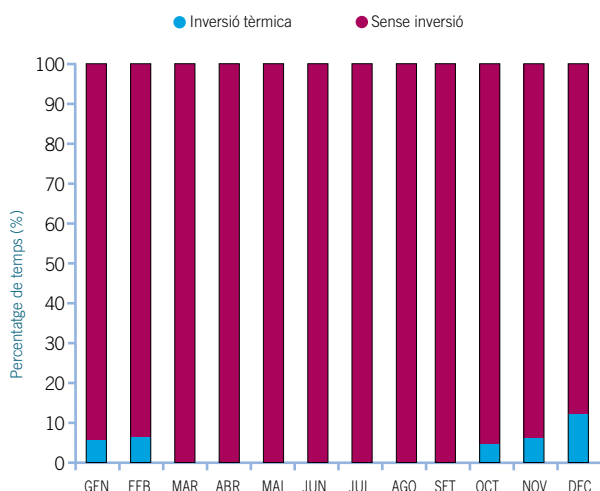


La inversió tèrmica es troba en condicions meteorològiques particulars, com:

- Al principi de matí, després d'una nit clara i sense vent
- A l'hivern, en condicions anticiclòniques (estabilitat atmosfèrica)

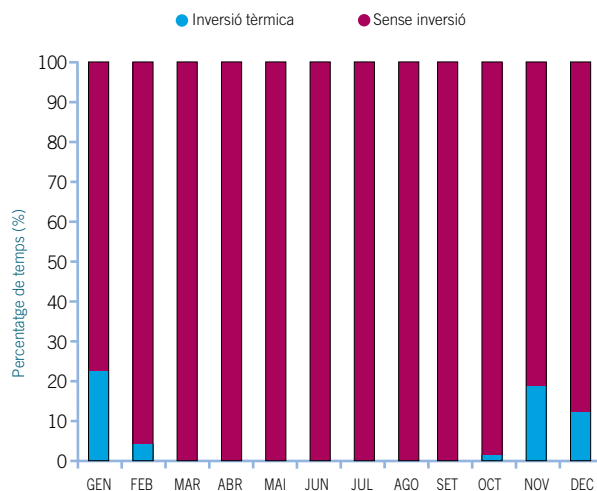
Quan l'atmosfera és estable, el desplaçament de les masses d'aire es frena, induït per inversions tèrmiques prop del sòl, la qual cosa limita la dispersió dels contaminants. El gràfic 8 representa el percentatge de temps, segons els mesos de l'any, on s'enregistren inversions de les temperatures entre les estacions d'Escaldes-Engordany (1.080 m) i d'Engolasters (1.623 m). Els dies d'inversió tèrmica representen aproximadament un 2,8% del temps l'any 2006 i un 5% l'any 2007. S'observen particularment durant la tardor i l'hivern. Per tant, l'any 2007 pràcticament s'ha doblat el percentatge de temps d'inversions tèrmiques, i s'ha incidit així en les concentracions dels contaminants.

REPRESENTACIÓ MENSUAL DEL PERCENTATGE D'HORES D'INVERSIÓ TÈRMICA · ANY 2006



> Gràfic 8: Representació temporal d'inversió tèrmica - 2006

REPRESENTACIÓ MENSUAL DEL PERCENTATGE D'HORES D'INVERSIÓ TÈRMICA · ANY 2006



> Gràfic 9: Representació temporal d'inversió tèrmica - 2007

Analitzant l'estabilitat de l'atmosfera, es constata que hi ha aproximadament una tercera part de l'any on es donen condicions desfavorables per a la dispersió dels contaminants (vegeu l'informe sobre el balanç de l'estat de la qualitat de l'aire - Anys 2005-2006).

4- RESULTATS PER CONTAMINANTS

4.1. ÒXIDS DE NITROGEN (NO_x)

4.1.1. Les fonts

La combinació del nitrogen i de l'oxigen de l'aire genera compostos amb fórmules químiques diverses anomenades òxids de nitrogen (NO_x). El monòxid de nitrogen (NO) i el diòxid de nitrogen (NO₂) són emesos durant els fenòmens de combustió principalment per la combustió incompleta de combustibles d'origen fòssil. El NO₂ és el principal indicador de la pol·lució urbana i particularment de la contaminació deguda al trànsit de vehicles.

Del resultat de l'inventari de les emissions de l'any 2005 exclusiu per als sectors residencial i terciari (sense indústria) destaca que la principal font d'emissió de NO_x a Andorra són els transports per carretera (97%) mentre que les emissions del sector residencial i terciari només suposen un 3% del total.

4.1.2. Efectes sobre el medi ambient i la salut humana

Els NO_x participen en els fenòmens de les pluges àcides i en la formació de l'ozó troposfèric del qual són precursors. El NO₂ és un gas irritant per als bronquis.

4.1.3. Resultats

• LA XARXA AUTOMÀTICA

Comparació amb els nivells normatius

> ESTACIÓ FIXA

	Any	2007	Valor límit normatiu
	Estació	Fixa	
	Àrea geogràfica	Vall central	
	Zona	Escaldes-Engordany	
	Tipus	Urbà	
NO	Mitjana anual (µg/m ³)	35	-
	Mitjana anual (µg/m ³)	40	40
NO ₂	Nombre mitjanes horàries superacions a 200 µg/m ³	60	18
	Nombre de superacions del llindar d'alerta de 400 µg/m ³	0	-
NO _x	Mitjana anual (µg/m ³)	93	30

Incompliment de la normativa relativa als nivells de qualitat de l'aire del diòxid de nitrogen (NO₂) a l'estació fixa de la vall central.

El nombre de mitjanes horàries superiors a 200 µg/m³ és més de 3 vegades superior al límit normatiu.

No obstant això, la mitjana anual correspon al valor límit normatiu i no s'ha enregistrat cap superació del llindar d'alerta a la població de 400 µg/m³.

> Taula 1: Resultats dels òxids de nitrogen a l'estació fixa

En relació amb la normativa europea, igual que l'andorrana, es compleix el límit normatiu anual i s'incompleix el límit horari (41 superacions de 230 µg/m³).

Cal remarcar que les superacions de les mitjanes horàries superiors a 200 µg/m³ s'inicien durant la tardor però són més importants durant l'hivern. Es poden atribuir directament a condicions climàtiques desfavorables en dies d'estabilitat tèrmica i d'inversió tèrmica. A causa de condicions atmosfèriques que no afavoreixen la dispersió dels contaminants (vegeu perfils diaris) a primeres hores del dia, quan es produeix l'augment de les emissions, s'observen concentracions importants de contaminants.



Amb la irradiació solar s'escalfen progressivament les capes baixes d'aire fins que pels volts del migdia canvia aquesta situació i s'elimina la tapadora tèrmica, fet que afavoreix la dispersió dels contaminants.

Cal precisar que de les seixanta superacions horàries superiors a 200 µg/m³ enregistrades només una s'ha produït durant el cap de setmana, fet que està d'acord amb els perfils setmanals (vegeu apartat 5.2). Per tant, es constata que els dies de pitjor qualitat de l'aire són els dies laborables, a causa de l'activitat pròpia del país.

El monòxid de nitrogen té valors alts a les proximitats de les fonts d'emissió (principalment trànsit). Un cop a l'aire s'oxiden ràpidament en NO₂.

El límit de 30 µg/m³ per al NO_x correspon al valor de protecció de la vegetació que s'ha de mesurar

en zones periurbanes. Els valors indicats a la taula són mesurats en zona urbana i per tant, en ser mesurats a les proximitats de les fonts d'emissió són més elevats, és a dir que són orientatius i no són comparables al valor límit normatiu.

	Any	2007
	Estació	Fixa
	Àrea geogràfica	Vall central
	Tipus	Urbà
NO/NO ₂	Coeficient R (Estació Trànsit R>1,5)	1,3
NO ₂ /NO _x	Percentatge	43

> Taula 2: Les ràtios entre els òxids de nitrogen

La ràtio NO/NO₂ és inferior a 1,5. **Per tant, l'estació fixa situada a Escaldes-Engordany és una estació urbana de fons, lleugerament sensible al trànsit de vehicles.**

> ESTACIÓ MÒBIL

A continuació s'analitzen els resultats de les campanyes de mesurament mitjançant l'estació mòbil situada durant l'any civil al nucli urbà d'Encamp, en relació amb l'estació fixa representativa del nivells de fons urbans de la vall central.

	Any	2007		Valor límit normatiu
	Període	De l'1/1/07 al 31/12/07		
	Estació	Mòbil	Fixa	
	Àrea geogràfica	Vall oriental	Vall central	
	Zona	Encamp	Escaldes Engordany	
	Tipus	Urbà		
NO	Mitjana anual (µg/m³)	24	35	-
NO ₂	Mitjana anual (µg/m³)	32	40	40
	Nombre mitjanes horàries superacions a 200 µg/m³	0	60	18
	Nombre de superacions del llindar d'alerta de 400 µg/m³	0	0	-
NO _x	Mitjana anual (µg/m³)	70	93	30

> Taula 3: Resultats dels òxids de nitrogen a l'estació mòbil

Compliment de la normativa relativa als nivells de qualitat de l'aire del diòxid de nitrogen (NO₂) a l'estació mòbil situada al nucli urbà d'Encamp.

No s'ha enregistrat cap superació de les mitjanes horàries superiors a 200 µg/m³ i del llindar d'alerta de 400 µg/m³.

La mitjana anual és un 20% inferior al valor límit normatiu i a la mitjana de l'estació fixa.

Els valors de monòxid i òxids de nitrogen també són inferiors, del 31 i 25% respectivament, respecte als valors enregistrats a l'estació fixa.

La representació de les màximes horàries a les estacions fixa i mòbil il·lustra el compliment dels valors límit normatius al nucli urbà d'Encamp i permet comparar-los entre si.

Els llindars a partir dels quals s'ha de fer un mesurament en continu són de 18 superacions de les mitjanes horàries superiors a 140 µg/m³ (quadre 3) i sobre la mitjana anual.



El valor mitjà a Encamp és igual al llindar màxim establert anualment i inferior al llindar horari (8 superacions de 140 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Per tant, per als propers anys, al nucli urbà d'Encamp s'ha d'establir una combinació de mesures (no contínues) i de modelització.

LA XARXA MANUAL

La xarxa manual de mostrejadors **complementa** les mesures dutes a terme a les estacions automàtiques, i confereix un caràcter més extensiu en l'espai a les dades obtingudes, malgrat que la variació respecte als mesuraments amb analitzadors en continu estigui situada al voltant del 20%.

Resultats

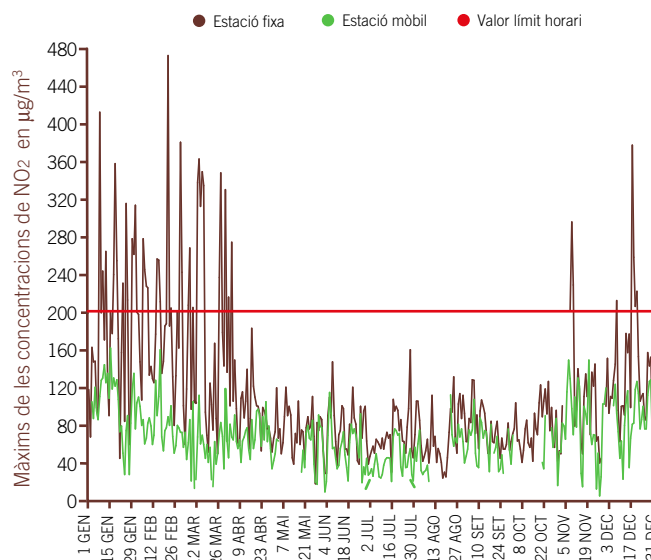
DIÒXID DE NITROGEN					
Any	2007				Valor límit
Parròquies	Valls	Periurbà	Urbà	Trànsit	
Encamp	Oriental	11	30	44	40
La Massana	Nord	9	22	57	
Ordino		12	18	35	
Andorra la Vella	Central	24	44	63	
Escaldes-Engordany		4	43	97	
Sant Julià de Lòria	Sud	20	39	61	

> Taula 4: Representació de NO₂ a partir dels mostrejadors passius

La mitjana anual de NO₂ de les estacions manuals urbanes obtinguda per la vall central és de 44 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, un 10% superior respecte a la mitjana anual enregistrada mitjançant l'analitzador automàtic de l'estació fixa, representativa dels nivells de fons de la vall central. **Per tant, els resultats obtinguts mitjançant la xarxa manual de mostrejadors passius són coherents en relació amb la xarxa automàtica.**

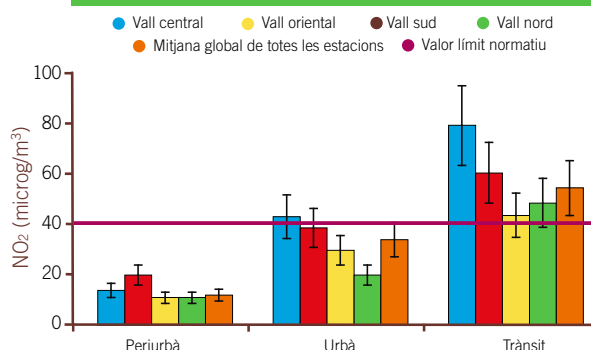
Per a totes les parròquies, les estacions periurbanes se situen per sota del llindar normatiu. La mitjana de les estacions urbanes de les valls centrals i sud se situen al voltant

REPRESENTACIÓ DE LES MÀXIMES HORÀRIES DE NO₂



> Gràfic 10: Representació de les màximes horàries de NO₂

DISTRIBUCIÓ DE LES CONCENTRACIONS DE NO₂ PER TIPUS D'ESTACIONS DE MESURA I PER VALLS - ANY 2007



> Gràfic 11: Representació dels nivells per zona i per valls

del límit normatiu anual. Pel que fa a la vall nord i al nucli urbà d'Encamp, els valors urbans de diòxid de nitrogen se situen per sota del nivell normatiu anual. A totes les parròquies s'enregistren nivells superiors o al voltant del límit normatiu en les estacions properes al trànsit.

Per tant, el valor límit mitjà anual de NO₂ de 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ no es respecta en les estacions properes al trànsit. A les estacions urbanes de la vall central i sud s'enregistren nivells propers al límit normatiu, mentre que a les de la vall nord i al nucli urbà d'Encamp els nivells són inferiors. En zona periurbana es respecta el límit normatiu a tot el país.

Anàlisi dels resultats per parròquies

Segons el previst per l'estratègia de vigilància, comunicació i protecció del medi atmosfèric, l'any 2008 s'iniciaran els mesuraments a la parròquia de Canillo i al nucli del Pas de la Casa.

A continuació es presenten els resultats obtinguts per parròquies.

> PARRÒQUIA D'ENCAMP

Les mitjanes dels resultats del 2007 de mostrejadors passius han estat en les zones periurbanes, urbanes i de trànsit respectivament d'11, 30 i 44 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \pm 20\%$.

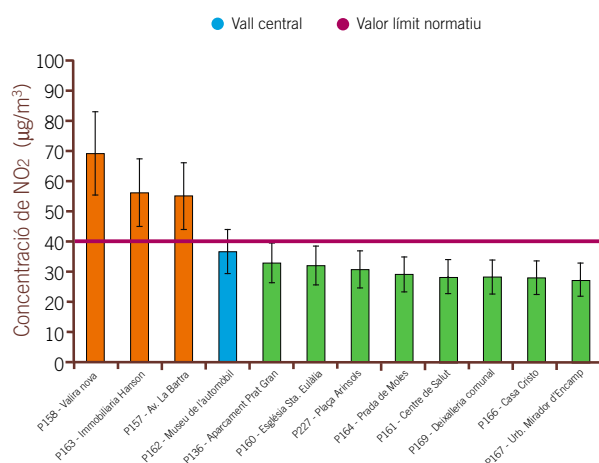
Es compleix la normativa relativa als nivells de qualitat de l'aire del diòxid de nitrogen (NO_2) en zona periurbana i urbana. No obstant això, s'enregistren nivells més elevats en les zones properes al trànsit de vehicles.

Els valors urbans i de trànsit d'Encamp són lleugerament inferiors a la mitjana global de totes les estacions mesurades a Andorra (periurbà, urbà i de trànsit: 12, 34 i 55 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \pm 20\%$).

Es disposa de 12 estacions perennes de mostrejadors passius a Encamp. Globalment, la majoria dels resultats obtinguts (8 sobre 12) se situen per sota del límit normatiu. Cal destacar uns nivells més elevats o al voltant del límit normatiu a l'entrada sud de la parròquia (la Bartra, Valira Nova, immobiliària Hanson i Museu de l'Automòbil), a causa principalment de la intensitat del trànsit.

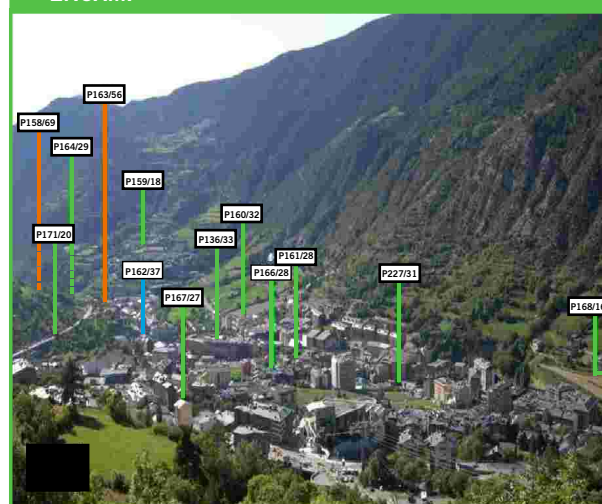
El nou vial d'accés a Vila representa una alternativa viària per accedir a aquest nucli urbà i a la zona de les escoles. Una gestió adequada de la mobilitat, en el sentit de reduir el trànsit de vehicles a l'avinguda Copríncep Episcopal, ha de permetre millorar els nivells de qualitat de l'aire a l'entrada sud de la parròquia. També, l'entrada en funcionament del túnel d'accés a la Massana i l'eixample de la carretera a Valira Nova poden incidir favorablement en la millora de la qualitat de l'aire.

REPRESENTACIÓ DE LES CONCENTRACIONS DE NO_2 PER CARRERS



> Gràfic 12: Resultats de la immissió de NO_2 per carrers

ENCAMP



> Imatge 12: Nivells d'immissió de NO_2 per als diferents punts de mesura a la parròquia d'Encamp l'any 2007

LLEENDA

— : < límit — : al voltant del límit — : > límit — : molt > límit **P143/66** : núm. estació /concentració anual de NO_2 en $\mu\text{g}/\text{m}^3$



> PARRÒQUIA D'ORDINO

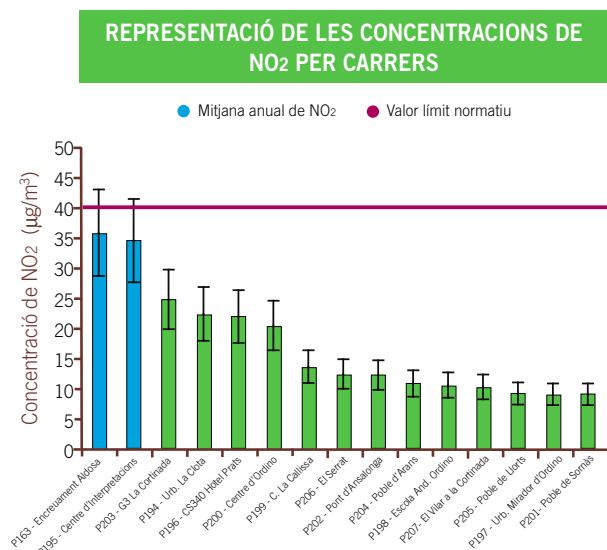
Les mitjanes dels resultats del 2007 de mostrejadors passius han estat en les zones periurbanes, urbanes i de trànsit respectivament de 12, 18 i 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \pm 20\%$.

Es compleix la normativa relativa als nivells de qualitat de l'aire del diòxid de nitrogen (NO_2) en zona periurbana i urbana. No obstant això, s'enregistren nivells més elevats situats al voltant als límits normatius, en les zones properes al trànsit de vehicles de la carretera general núm. 3.

Els valors urbans i de trànsit d'Ordino són clarament inferiors a la mitjana global de totes les estacions mesurades a Andorra (periurbà, urbà i de trànsit: 12, 34 i 55 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \pm 20\%$).

Es disposa de 15 estacions de mostrejadors passius a Ordino. Globalment, la majoria dels resultats obtinguts (13 sobre 15) se situen per sota del límit normatiu. Cal destacar uns nivells més elevats en les estacions de mesurament properes al trànsit a l'entrada de la parròquia (encreuament de l'Aldosa i a rotonda del Centre d'Interpretació de la Natura). No obstant això, els valors són propers al límit normatiu urbà.

Es constata una disminució dels nivells en funció de l'allunyament de l'eix viari principal (CG 3). Cal destacar que els nivells mesurats a la resta dels nuclis de la parròquia (Sornàs, Ansalonga, la Cortinada, Arans, Llorts i el Serrat), situats a prop d'aquest eix viari, són inferiors al valor normatiu.



> Gràfic 13: Resultats de la immissió de NO_2 per carrers



> Imatge 13: Nivells d'immissió de NO_2 per als diferents punts de mesura a la parròquia d'Ordino l'any 2007

LLEGENDA

— : < límit — : al voltant del límit — : > límit — : molt > límit **P143/66** : núm. estació /concentració anual de NO_2 en $\mu\text{g}/\text{m}^3$

> PARRÒQUIA DE LA MASSANA

Les mitjanes dels resultats del 2007 de mostrejadors passius han estat en les zones periurbanes, urbanes i de trànsit respectivament de 9, 22 i 57 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \pm 20\%$.

Es compleix la normativa relativa als nivells de qualitat de l'aire del diòxid de nitrogen (NO_2) en zona periurbana i urbana. No obstant això, s'enregistren nivells més elevats en les zones properes al trànsit de vehicles, concretament a l'avinguda de Sant Antoni.

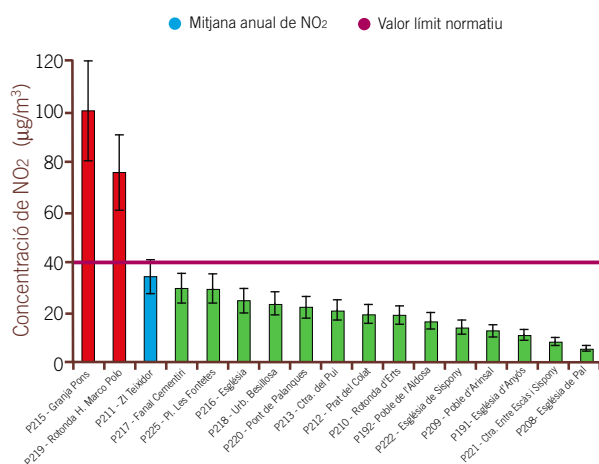
Els valors periurbans i urbans de la Massana són inferiors a la mitjana global de totes les estacions mesurades a Andorra (periurbà, urbà i de trànsit: 12, 34 i 55 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \pm 20\%$).

Es disposa de 17 ubicacions de mostrejadors passius a la Massana. Globalment, la majoria dels resultats obtinguts (14 sobre 17) se situen per sota del límit normatiu.

Cal destacar un nivell al voltant del límit normatiu a la carretera general 4 (accés a Arinsal/Pal) i nivells més elevats a les estacions de mesurament properes al trànsit de vehicles a l'avinguda de Sant Antoni. L'estació P215, situada a l'eix viari principal, enregistra una concentració de 99 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. L'estació P225, situada a pocs metres d'aquesta, concretament a la plaça de les Fontetes, enregistra valors molt inferiors (29 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) en relació amb l'estació P215 i al límit normatiu.

Per tant, es conclou que malgrat que les concentracions a l'eix viari principal són importants i superiors al límit normatiu urbà, disminueixen progressivament quan augmenta la distància a l'eix viari, fins a assolir nivells inferiors al límit normatiu.

REPRESENTACIÓ DE LES CONCENTRACIONS DE NO_2 PER CARRERS



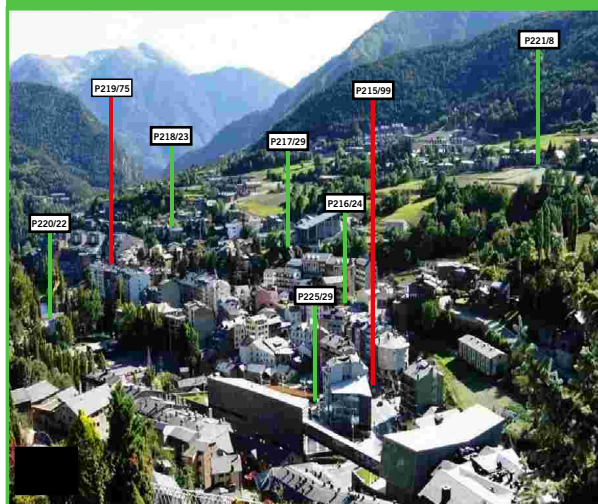
> Gràfic 14: Resultats de la immissió de NO_2 per carrers

LLEGGENDA

— : < límit — : al voltant del límit — : > límit — : molt > límit

P143/66 : núm. estació /concentració anual de NO_2 en $\mu\text{g}/\text{m}^3$

LA MASSANA



> Imatge 14: Nivells d'immissió de NO_2 per als diferents punts de mesura a la parròquia de la Massana l'any 2007



> PARRÒQUIA D'ANDORRA LA VELLA

Les mitjanes dels resultats del 2007 de mostrejadors passius han estat en les zones periurbanes, urbanes i de trànsit respectivament de 24, 44 i 63 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \pm 20\%$.

Es compleix la normativa relativa als nivells de qualitat de l'aire del diòxid de nitrogen (NO_2) en zona periurbana. Els valors en zona urbana se situen al voltant del límit normatiu.

S'enregistren nivells més elevats a les zones properes al trànsit de vehicles, concretament a l'av. Meritxell, les places Príncep Benlloch, de la Sardana i de la Rotonda, la rotonda del pont Pla, els carrers Prada Motxilla i Baixada del Molí.

Les mitjanes de la parròquia per zones són superiors respecte a la mitjana global de totes les estacions mesurades a Andorra (periurbà, urbà i de trànsit: 12, 34 i 55 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \pm 20\%$).

Es disposa de 16 estacions perennes de mostrejadors passius a la parròquia d'Andorra la Vella, de les quals 4 enregistren valors inferiors, 5 al voltant, 6 superiors i 1 molt superior al límit normatiu urbà.

Cal destacar nivells elevats a proximitat del trànsit i al centre de la parròquia a causa de la configuració dels carrers que dificulten la circulació de l'aire i la dispersió dels contaminants.

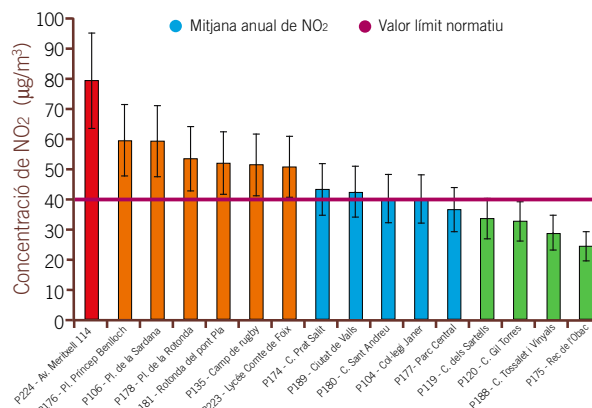
L'estació que mesura nivells més elevats se situa a l'av. Meritxell (P224), on transiten diàriament 21.500 vehicles.

Les estacions de mesurament situades en zones properes al periurbà (P189, P120, P104, P174 i P175) enregistren valors inferiors a la mitjana.

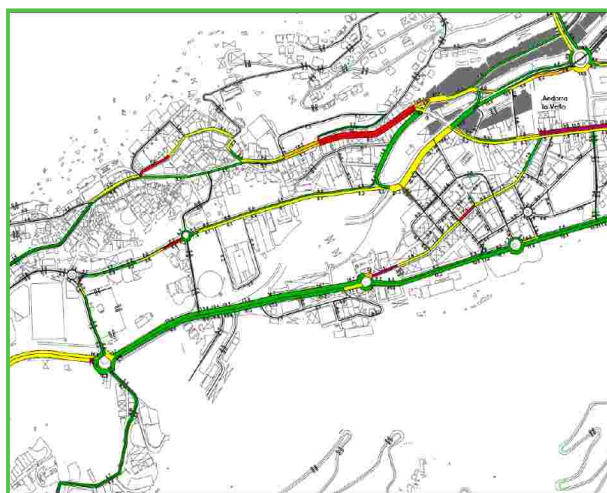
El Parc Central (P177), malgrat que se situa al voltant de dues vies de circulació molt freqüentades i d'estacions de mesurament on s'enregistren valors superiors al límit normatiu, mesura nivells per sota d'aquest límit. Podem parlar d'un "pulmó al mig de la ciutat".

Els nivells mesurats a Santa Coloma (P119, P120, P104 i P174) i a la Margineda (P188) són inferiors respecte a les estacions del centre d'Andorra la Vella.

REPRESENTACIÓ DE LES CONCENTRACIONS DE NO_2 PER CARRERS

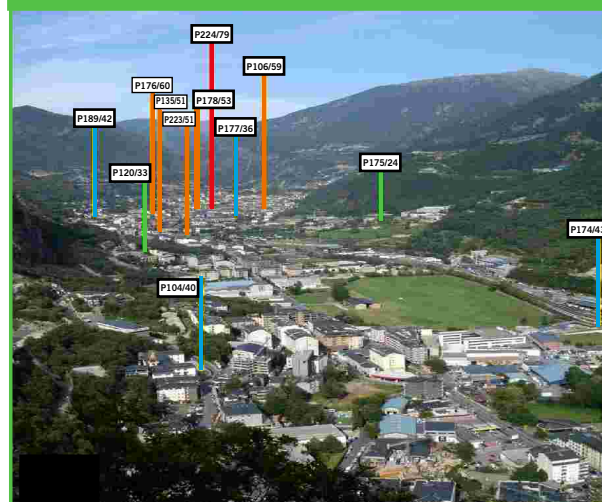


> Gràfic 15: Resultats de la immissió de NO_2 per carrers



> Mapa 8: Intensitat de vehicles l'any 2007 en milers/dia
Font: Agència de mobilitat

ANDORRA LA VELLA



> Imatge 15: Nivells d'immissió de NO_2 per als diferents punts de mesura a la parròquia de l'Andorra la Vella l'any 2007

LLEENDA

— : < límit — : al voltant del límit — : > límit — : molt > límit **P143/66** : núm. estació /concentració anual de NO_2 en $\mu\text{g}/\text{m}^3$

> PARRÒQUIA DE SANT JULIÀ DE LÒRIA

Les mitjanes dels resultats del 2007 de mostrejadors passius han estat en les zones periurbanes, urbanes i de trànsit respectivament de 20, 39 i 61 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \pm 20\%$.

Es compleix la normativa relativa als nivells de qualitat de l'aire del diòxid de nitrogen (NO_2) en zona periurbana. Els valors en zona urbana estan al voltant del límit normatiu. S'enregistren nivells més elevats en les zones properes al trànsit de vehicles, concretament a la plaça Major, a les avingudes Rocafort i Francesc Cairat, així com al carrer Bonaventura Riera.

Les mitjanes de la parròquia per zones són superiors respecte a la mitjana global de totes les estacions mesurades a Andorra (periurbà, urbà i de trànsit: 12, 34 i 55 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \pm 20\%$).

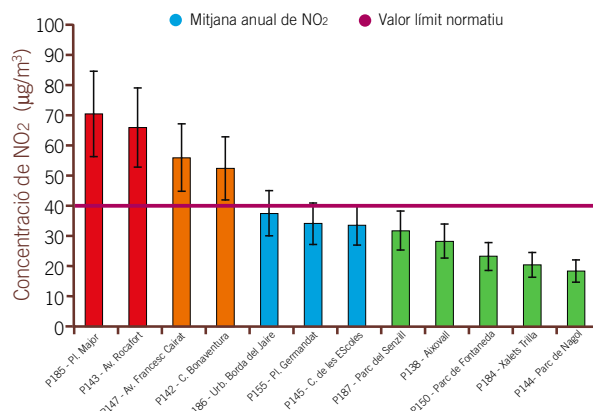
Es disposa de 12 estacions perennes de mostrejadors passius a la parròquia de Sant Julià de Lòria. Globalment, la majoria dels resultats obtinguts (8 sobre 12) se situen al voltant o per sota del límit normatiu.

Les estacions de mostreig situades a les proximitats dels carrers més transitats (<25.000 vehicles/dia, P143-P147) o en zones poc ventilades (pl. Major P185 i part alta de l'av. Verge de Canòlich) enregistren valors per sobre del límit normatiu.

Els ressalts (reductors de velocitat) situats a l'av. Verge de Canòlich limiten el trànsit de vehicles pel carrer més urbà de la parròquia, cosa que repercuteix sobre els nivells de qualitat de l'aire. Com a exemple, les estacions situades a l'altura de la plaça Germandat (P155) i de les escoles (P145) enregistren valors inferiors al límit normatiu.

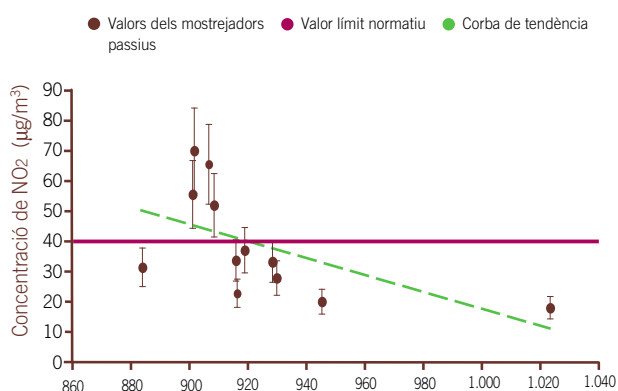
S'observen nivells per sota del límit normatiu a les estacions situades lleugerament a la perifèria dels nuclis urbans (parcs infantils P144 i P150). La tendència general que s'observa és una disminució progressiva de les concentracions quan augmenta l'altitud (gràfic 17), a causa de l'allunyament de la influència del trànsit i de la millora les condicions de dispersió.

REPRESENTACIÓ DE LES CONCENTRACIONS DE NO_2 PER CARRERS



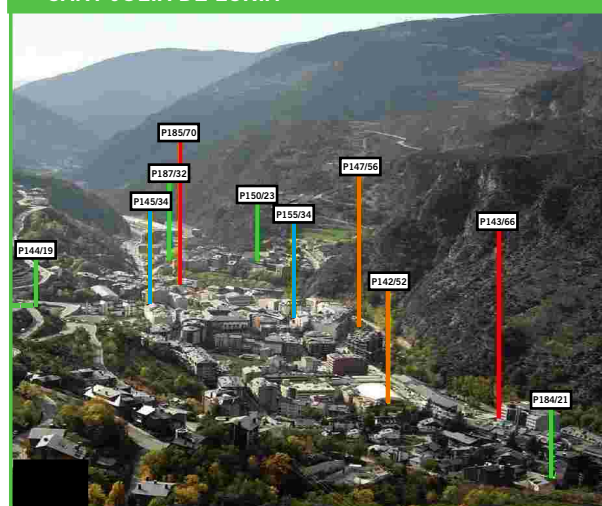
> Gràfic 16: Resultats de la immissió de NO_2 per carrers

VALL SUD NIVELL D'IMMISSIÓ vs COTA DEL TERRENY



> Gràfic 17: Resultats de la immissió de NO_2 per cota

SANT JULIÀ DE LÒRIA



> Imatge 16: Nivells d'immissió de NO_2 per als diferents punts de mesura a la parròquia de l'Andorra la Vella l'any 2007

LLEGENDA

— : < límit
 — : al voltant del límit
 — : > límit
 — : molt > límit
 P143/66 : núm. estació /concentració anual de NO_2 en $\mu\text{g}/\text{m}^3$



> PARRÒQUIA D'ESCALDES-ENGORDANY

Les mitjanes dels resultats del 2007 de mostrejadors passius han estat en les zones periurbanes, urbanes i de trànsit respectivament de 4, 43 i 97 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \pm 20\%$.

Es compleix la normativa relativa als nivells de qualitat de l'aire del diòxid de nitrogen (NO_2) en zona periurbana. Els valors en zona urbana se situen al voltant del límit normatiu i s'enregistren nivells més elevats a les zones properes al trànsit de vehicles, concretament a l'av. Carlemany i a la carretera dels Vilars.

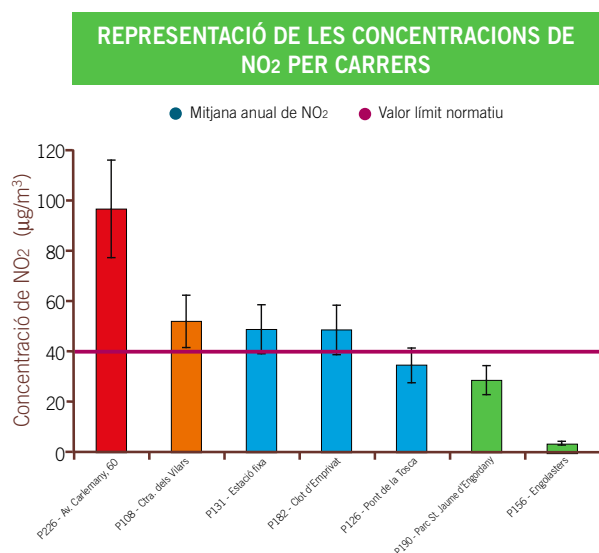
Els valors urbans i de trànsit de la parròquia són superiors respecte a la mitjana global de totes les estacions mesurades a Andorra (periurbà, urbà i de trànsit: 12, 34 i 55 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \pm 20\%$). Cal destacar que només es disposa d'una única estació dels nivells de trànsit, fet que no permet comparar el valor obtingut amb la mitjana de les altres parròquies.

Es disposa de 7 estacions perennes de mostrejadors passius a Escaldes-Engordany. Globalment, la majoria dels resultats obtinguts (5 sobre 7) se situen al voltant o per sota del límit normatiu. Cal notar que els nivells periurbans d'Engolasters se situen molt per sota del límit normatiu.

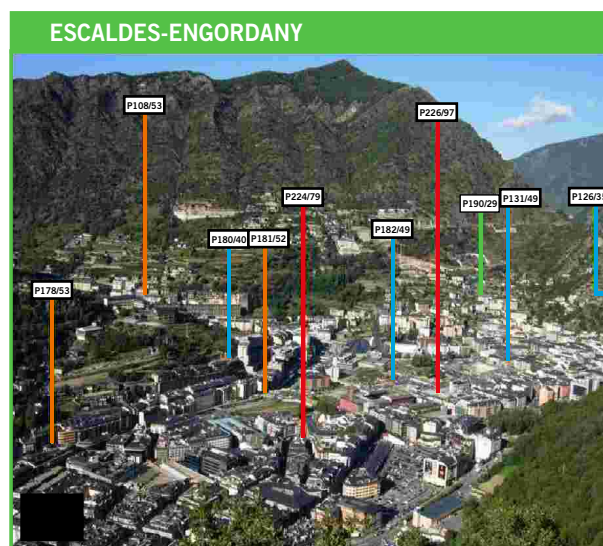
L'estació P226, situada a l'avinguda Carlemany, igual que l'estació P224, situada a l'av. Meritxell, enregistra nivells superiors al límit normatiu a causa de l'important nombre de vehicles que hi circulen (17.000 per dia). El fet que el sentit únic de circulació de vehicles en aquest carrer principal sigui ascendent, augmenta les emissions i per tant, incrementa els nivells d'immissió.

No obstant això, els valors enregistrats a carrers propers més ventilats, al Clot d'Emprivat (P182, P131), són molt inferiors i se situen al voltant del límit normatiu.

Una adequada gestió de la mobilitat dels vehicles i un estudi per reduir la intensitat de vehicles als carrers urbans més transitats poden permetre millorar considerablement els nivells d'immissió.



> Gràfic 18: Resultats de la immissió de NO_2 per carrers



> Imatge 17: Nivells d'immissió de NO_2 per als diferents punts de mesura a la parròquia d'Escaldes-Engordany l'any 2007

LLEENDA

— : < límit — : al voltant del límit — : > límit — : molt > límit **P143/66** : núm. estació /concentració anual de NO_2 en $\mu\text{g}/\text{m}^3$

4.1.4. Evolució històrica

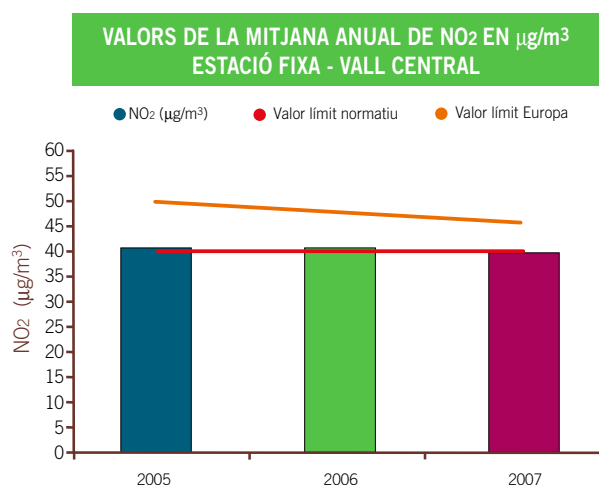
• LA XARXA AUTOMÀTICA

Cal destacar que la mitjana anual mesurada a l'estació fixa de la vall central s'ha mantingut constant, al voltant del valor límit normatiu $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i lleugerament inferior el 2007 en relació amb els anys 2005 i 2006.

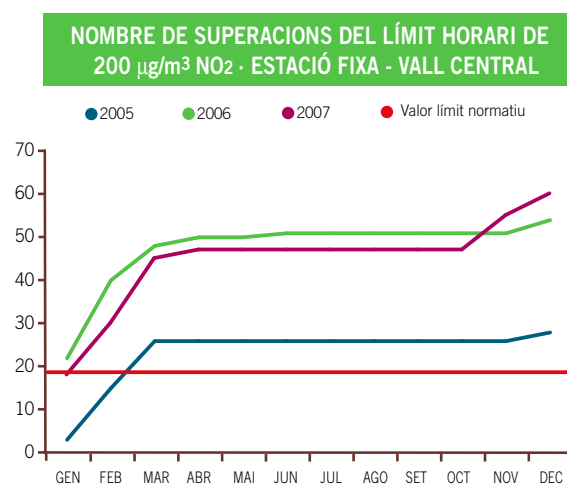
En canvi, el nombre de superacions horàries del límit de $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ és superior al límit normatiu i ha augmentat els darrers tres anys. L'any 2007 el percentatge de dies d'inversió tèrmica s'ha duplicat respecte al 2006 i principalment els mesos de gener i novembre, fet que pot explicar l'augment del nombre de superacions horàries respecte al període anterior.

Durant els darrers tres anys, no s'ha enregistrat cap superació del límit d'alerta a la població de $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Es constata una estabilitat de la mitjana anual de NO_2 i un lleuger augment, probablement atribuïble a la variació de les condicions climàtiques, del nombre de superacions del límit horari.



> Gràfic 19: Evolució de la mitjana anual de NO_2



> Gràfic 20: Evolució del nombre de superacions del límit horari de $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de NO_2

• LA XARXA MANUAL

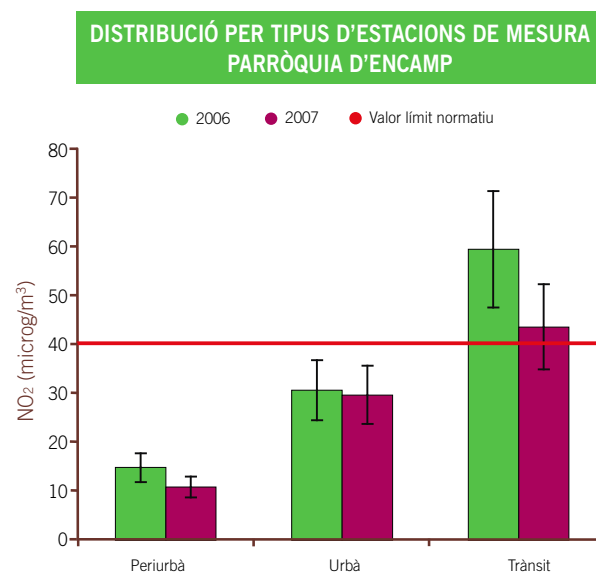
Per comparar els nivells de qualitat de l'aire mitjançant els mostrejadors passius durant els tres darrers anys, no s'utilitzen per fer les mitjanes totes les dades disponibles, sinó que es compararen les estacions comunes a les diferents campanyes.

Globalment, s'observa, igual que per a l'estació fixa automàtica de referència de la vall central, una lleugera tendència a la baixa de la mitjana anual de NO_2 per a tots els tipus d'estacions. No obstant això, cal esperar disposar d'un estudi històric de dades més extens per poder extreure conclusions sobre l'evolució de les concentracions d'aquest contaminant.

Encamp

S'observa una tendència a la baixa de les concentracions de NO₂ per a tots els tipus d'estacions. En relació amb el 2006, el nivell de les estacions properes al trànsit és inferior i se situa per al 2007 al voltant del límit normatiu.

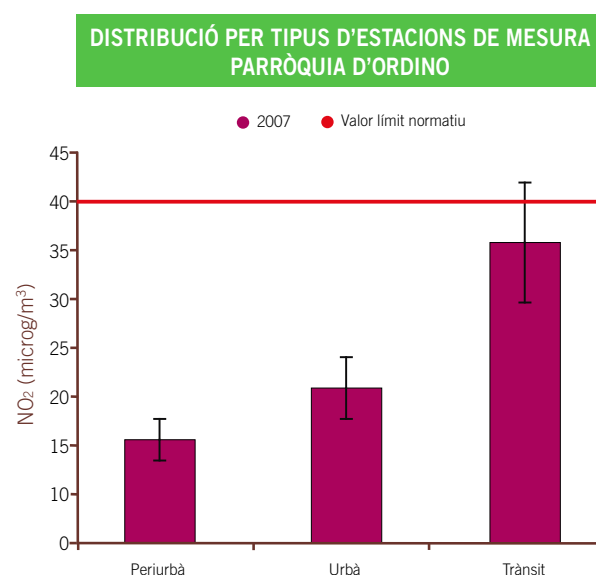
> Gràfic 21: Evolució històrica dels nivells anuals de NO₂ a Encamp



Ordino

No es disposa d'un estudi històric de mesures.

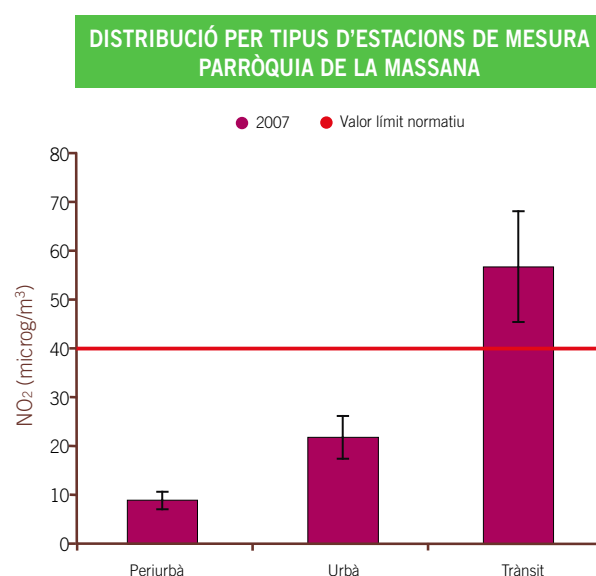
> Gràfic 22: Evolució històrica dels nivells anuals de NO₂ a Ordino



La Massana

No es disposa d'un estudi històric de mesures.

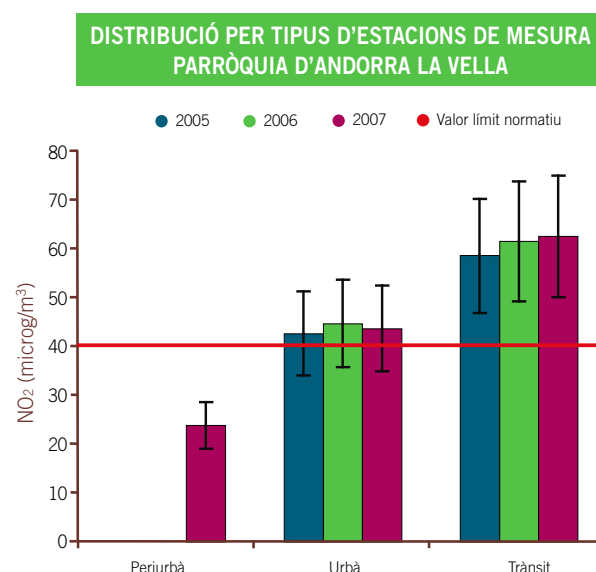
> Gràfic 23: Evolució històrica dels nivells anuals de NO₂ a la Massana



Andorra la Vella

S'observa una tendència a la baixa de les concentracions de NO₂ per a tots els tipus d'estacions. No s'observa cap altra particularitat.

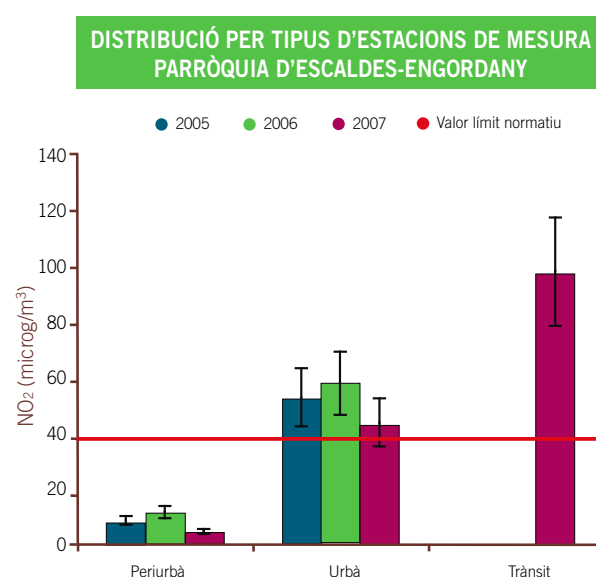
> Gràfic 24: Evolució històrica dels nivells anuals de NO₂ a Andorra la Vella



Escaldes-Engordany

S'observa una tendència a la baixa de les concentracions de NO₂ per a les estacions periurbanes i urbanes. Les concentracions urbanes per al 2006 se situaven per sobre del límit normatiu, mentre que per al 2005 i el 2007 se situen al voltant d'aquest límit.

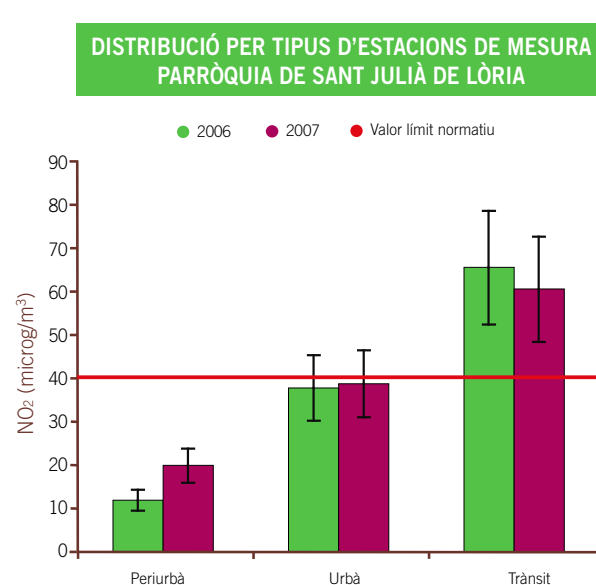
> Gràfic 25: Evolució històrica dels nivells anuals de NO₂ a Escaldes-Engordany



Sant Julià de Lòria

S'observa una tendència a la baixa de les concentracions de NO₂ per a les estacions properes al trànsit. No obstant això, s'observa un lleuger augment dels nivells urbans, tot i que es continuen situant al voltant del límit normatiu. A nivell periurbà, les concentracions són estables.

> Gràfic 26: Evolució històrica dels nivells anuals de NO₂ a Sant Julià de Lòria



4.2. DIÒXID DE SOFRE (SO₂)

4.2.1. Les fonts

El diòxid de sofre (SO₂) resulta de la combustió de matèries fòssils, com el carbó i el petroli. Les fonts principals en són les centrals tèrmiques, les grans instal·lacions de combustió industrials i les unitats de calefacció individuals i col·lectives.

La part del transport (gasoli) està disminuint amb la supressió progressiva del contingut de sofre en els carburants.

Del resultat de l'inventari de les emissions de l'any 2005 exclusiu per als sectors residencial i terciari (sense indústria) destaca que la principal font d'emissió de diòxid de sofre (SO₂) a Andorra té el seu origen en les emissions del sector residencial i terciari (76%) a causa de la combustió per a la calefacció. L'aportació del trànsit rodat suposa un 24% del total.

4.2.2. Efectes sobre el medi ambient i la salut humana

En contacte amb la humitat de l'aire, el diòxid de sofre (SO₂) es transforma en àcid sulfúric i participa en el fenomen de les pluges àcides. També participa en la corrosió de la pedra i altres materials de nombrosos edificis i monuments. El diòxid de sofre (SO₂) és una substància irritant de les mucoses, de la pell i de les vies respiratòries superiors (tos, molèsties respiratòries). Com per a tots els contaminants, el tabaquisme n'amplifica els efectes.

4.2.3. Resultats

• LA XARXA AUTOMÀTICA

Comparació amb els nivells normatius

> ESTACIÓ FIXA

DIÒXID DE SOFRE		
Any	2007	Valor límit normatiu
Estació	Fixa	
Àrea geogràfica	Vall central	
Zona	Escaldes-Engordany	
Tipus	Urbà	20
Valor mitjana anual en µg/m ³	4	
Valor mitjana hivernal en µg/m ³ (de l'1/10 al 31/3)	7	
Nombre de superacions del lílindar horari de 350 µg/m ³	0	
Nombre de superacions del lílindar diari de 125 µg/m ³	0	
Nombre de superacions del lílindar d'alerta de 500 µg/m ³	0	-

> Taula 6: Resultats del SO₂

Compliment de la normativa relativa als nivells de qualitat de l'aire del diòxid de sofre SO₂ a la vall central.

No s'ha enregistrat cap superació dels valors límit horaris, diaris i d'alerta per a la protecció de la salut humana.

El valor hivernal, que correspon al període de l'1 d'octubre de l'any anterior al 31 de març, és superior al valor mitjà anual (pràcticament el doble).

El nivell d'immissió mesurat per a l'any 2007 a la vall central és de 4 µg/m³ (5 vegades inferior al valor límit establert per a la protecció dels ecosistemes).

Els valors mesurats de diòxid de sofre a la vall central són inferiors al lílindar mínim establert (quadre 3), lílindar a partir del qual s'han de fer mesuraments. Malgrat això, **s'ha establert a la vall central un mesurament en continu per al diòxid de sofre.**



> ESTACIÓ MÒBIL

A continuació s'analitzen els resultats de les campanyes de mesurament mitjançant l'estació mòbil situada durant l'any civil al nucli urbà d'Encamp en relació amb l'estació fixa, representativa del nivells de fons urbans de la vall central.

DIÒXID DE SOFRE				
Any	2007		Valor límit	normatiu per any civil
Període	De l'1/1/07 al 31/12/07			
Estació	Mòbil	Fixa		
Àrea geogràfica	Vall oriental	Vall central		
Zona	Encamp	Escaldes Engordany		
Tipus	Urbà		20	
Valor mitjana anual en µg/m³	4	4		
Nombre de superacions del llindar horari de 350 µg/m³	0	0	24	
Nombre de superacions del llindar diari de 125 µg/m³	0	0	3	
Nombre de superacions del llindar d'alerta de 500 µg/m³	0	0	-	

> Taula 7: Resultats del SO₂ a les dues estacions

Compliment de la normativa relativa als nivells de qualitat de l'aire del diòxid de sofre SO₂ al nucli urbà d'Encamp.

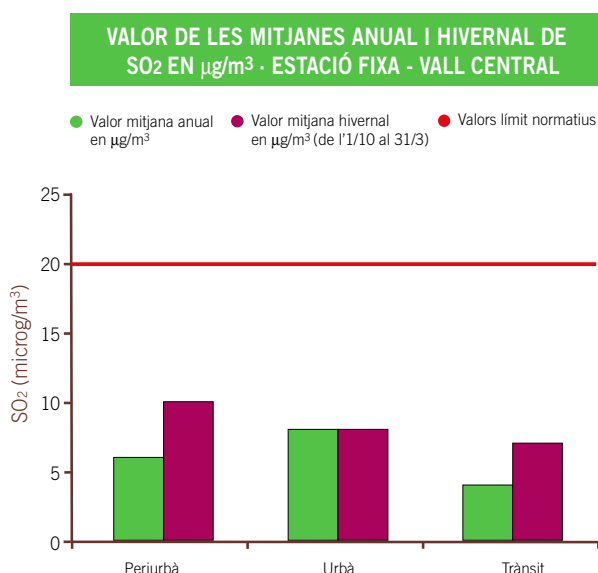
No s'ha enregistrat cap superació dels valors límit horaris, diaris i d'alerta per a la protecció de la salut humana.

La mitjana anual mesurada al nucli urbà d'Encamp és igual que la de la vall central (4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). El valor hivernal, igual a 6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, és lleugerament superior a la mitjana anual i és comparable al valor hivernal de la vall central.

Els valors mesurats de diòxid de sofre al nucli urbà d'Encamp són inferiors al llindar mínim establert (quadre 3), llindar a partir del qual s'han de fer mesuraments. Per tant, per als propers anys, al nucli urbà d'Encamp s'hi pot avaluar o modelitzar els nivells de diòxid de sofre sense necessitat d'establir un punt de mesurament.

4.2.4. Evolució històrica

• LA XARXA AUTOMÀTICA



> Gràfic 27: Mitjana de SO₂ els darrers tres anys

La mitjana anual de diòxid de sofre mesurada l'any 2007 és inferior respecte a la dels anys 2005 i 2006.

Cal destacar la disminució progressiva des de l'any 2005 de la mitjana hivernal de les concentracions de SO₂.

Tots els valors són com a mínim inferiors al 50% del límit normatiu per a la protecció dels ecosistemes.

Cal remarcar que a causa de les condicions climàtiques d'Andorra, l'ús majoritari del gasoli com a combustible per a la calefacció durant l'hivern contribueix a l'augment de les concentracions de diòxid de sofre.

No obstant això, el gasoli utilitzat és el gasoli de locomoció, que disposa d'un contingut més baix en sofre respecte al gasoli de calefacció utilitzat en els països veïns, la qual cosa contribueix a millorar i mantenir els nivells d'emissió per sota dels límits normatius.



L'augment del preu dels carburants els darrers anys i les campanyes sobre l'eficiència energètica poden explicar la disminució dels consums i per tant, de les concentracions hivernals del diòxid de sofre a l'atmosfera.

Excepcionalment, els nivells hivernals de l'any 2006 no són superiors a la mitjana anual. Analitzant les dades meteorològiques, es constata que l'hivern 2006 (2005-2006) ha estat més fred respecte al 2007 (2006-2007) i la temperatura anual al nucli de la vall central ha estat lleugerament superior al 2006 respecte al 2007.

Per tant, es pot considerar que és degut a un hivern més fred l'any 2006 i a un augment de les concentracions anuals de SO₂ l'any 2006 respecte als altres anys.

4.3. MONÒXID DE CARBONI (CO)

4.3.1. Les fonts

El monòxid de carboni és un gas inodor, incolor i inflamable que es produeix durant la combustió incompleta de matèries orgàniques (gas, carbó, carburants, fusta). La font principal n'és el trànsit de vehicles. Es donen nivells importants de CO quan un motor es troba en funcionament en espais tancats o en cas d'embús. Quan un aparell de combustió (ex.: calefacció) no funciona correctament es donen concentracions importants de CO a causa de la mala combustió.

Del resultat de l'inventari de les emissions de l'any 2005 exclusiu per als sectors residencial i terciari (sense indústria) destaca que la principal font d'emissió de CO a Andorra és el transport per carretera (92%) mentre que les emissions del sector residencial i terciari només suposen un 8% del total.

4.3.2. Efectes sobre el medi ambient i la salut humana

El monòxid de carboni CO participa en els mecanismes de formació de l'ozó en la troposfera. En l'atmosfera, es transforma en diòxid de carboni CO₂ i contribueix a l'efecte hivernacle. El CO es fixa al lloc de l'oxigen en l'hemoglobina de la sang i provoca una manca d'oxigenació de l'organisme.

4.3.3. Resultats

• LA XARXA AUTOMÀTICA

Comparació amb els nivells normatius

> ESTACIÓ FIXA

MONÒXID DE CARBONI		
Any	2007	Valor límit normatiu
Estació	Fixa	
Àrea geogràfica	Vall central	
Zona	Escaldes Engordany	
Tipus	Urbà	
Màxim de les mitjanes 8-horàries del dia en mg/m ³	2,1	10
Mitjana anual en mg/m ³	0,5	-

> Taula 8: Resultats de CO

Compliment de la normativa relativa als nivells de qualitat de l'aire del CO a la vall central.

El valor màxim de les mitjanes 8-horàries és de l'ordre d'un 80% inferior al límit normatiu per a la protecció de la salut humana.

Cal remarcar que la normativa d'Alemanya, legislació no aplicable a Andorra, proposa com a valor límit anual d'immissió el valor d'1 mg/m³. Es compleix aquest límit a Andorra.

Els valors mesurats de monòxid de carboni a la vall central són inferiors al límit mínim establert (quadre 3), límit a partir del qual s'han de fer mesuraments. Malgrat això, **s'ha establert a la vall central un mesurament en continu per al monòxid de carboni.**

> ESTACIÓ MÒBIL

A continuació s'analitzen els resultats de les campanyes de mesurament mitjançant l'estació mòbil situada durant l'any civil al nucli urbà d'Encamp en relació amb l'estació fixa, representativa dels nivells de fons urbans de la vall central.

MONÒXID DE CARBONI			
Any	2007		Valor límit normatiu per any civil
Període	De l'1/1/07 al 31/12/07		
Estació	Mòbil	Fixa	
Àrea geogràfica	Vall oriental	Vall central	
Zona	Encamp	Escaldes Engordany	
Típus	Urbà		
Màxim de les mitjanes 8-horàries del dia en mg/m³	2,3	2,1	
Mitjana anual en mg/m³	0,4	0,5	-

> Taula 9: Concentracions de CO per estacions

Compliment de la normativa relativa als nivells de qualitat de l'aire del monòxid de carboni al nucli urbà d'Encamp.

Els valors enregistrats al nucli urbà d'Encamp són del mateix ordre que els de l'estació fixa representativa dels nivells de fons urbans de la vall central.

Es compleix al nucli urbà d'Encamp com a la vall central el valor límit anual d'immissió d'1 mg/m³ proposat per la normativa d'Alemanya, legislació no aplicable a Andorra.

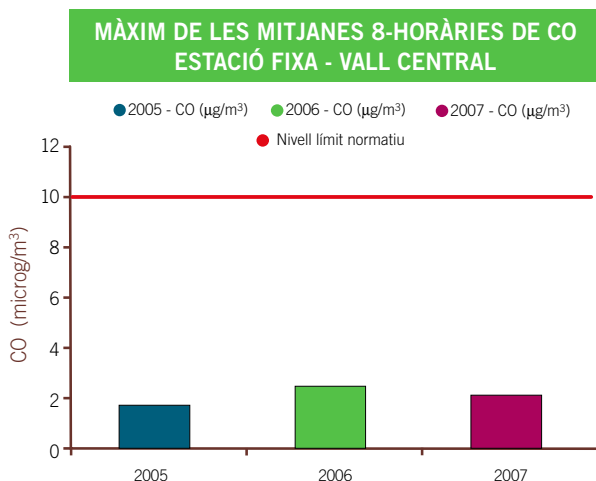
Els valors mesurats de monòxid de nitrogen al nucli urbà d'Encamp són inferiors al llindar mínim establert (quadre 3), llindar a partir del qual s'han de fer mesuraments. **Per tant, per al propers anys, al nucli urbà d'Encamp s'hi poden avaluar o modelitzar els nivells de monòxid de carboni sense necessitat d'establir un punt de mesurament.**

4.3.4. Evolució històrica

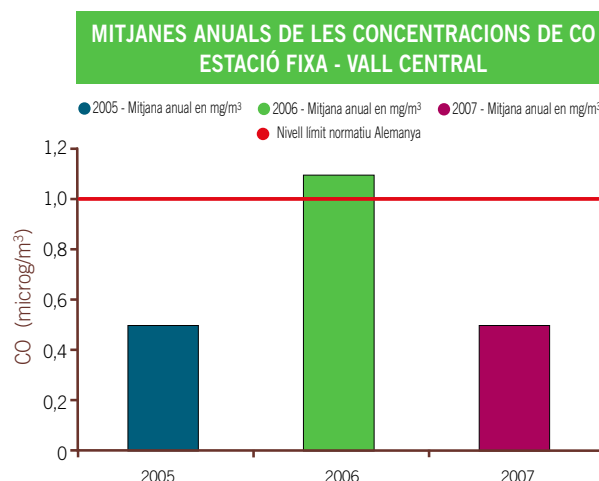
• LA XARXA AUTOMÀTICA

Els valors màxims de les mitjanes 8-horàries de CO s'han mantingut pràcticament constants els darrers tres anys, amb valors de l'ordre del 80% per sota del llindar normatiu.

Les concentracions de monòxid de carboni són superiors l'any 2006 respecte als anys 2005 i 2007, en particular pel que fa referència a la mitjana anual.



> Gràfic 28: Evolució dels màxims de les mitjanes 8-horàries



> Gràfic 29: Evolució de la mitjana anual de CO



4.4. PARTÍCULES

4.4.1. Les fonts

Les partícules en suspensió lligades a l'activitat humana provenen majoritàriament de la combustió de matèries fòssils, del transport amb automòbil (gasos d'escapament, desgasts...) i d'activitats industrials molt diverses (siderúrgia, incineració, extracció d'àrids, fàbriques de ciment...). També tenen força sovint un origen natural, com ara el cas de la sorra que prové del Sàhara i circula ocasionalment per gran part d'Europa. La seva mida i composició són molt variables. Sovint estan associades a altres contaminants, com els diòxids de sofre, els HAP (hidrocarburs aromàtics policíclics). Les partícules PM10 representen la categoria de partícules que tenen un diàmetre inferior a 10 micròmetres i són les úniques partícules actualment legislades (que disposen de límit d'immissió) a Andorra.

Del resultat de l'inventari de les emissions de l'any 2005 exclusiu per als sectors residencial i terciari (sense indústria) destaca que la principal font d'emissió de partícules a Andorra té el seu origen en les emissions del sector residencial i terciari (75%) a causa, entre d'altres, de la combustió del gasoli. L'aportació del trànsit rodat suposa un 25% del total (dades del 2005 sobre un inventari parcial d'aquests dos sectors). Els moviments de terres i les obres també incrementen els nivells de partícules a l'atmosfera.

4.4.2. Efectes sobre el medi ambient i la salut humana

L'aspecte enfosquit que presenten alguns edificis i monuments és un dels indicadors més evidents dels efectes de les partícules. Segons la seva mida (granulometria), les partícules penetren amb més o menys profunditat en l'arbre pulmonar. Les partícules més fines, en concentracions relativament baixes, poden irritar les vies respiratòries inferiors i alterar el conjunt de la funció respiratòria.

4.4.3. Resultats

• LA XARXA AUTOMÀTICA

Comparació amb els nivells normatius

> PARTÍCULES PM10 - ESTACIÓ FIXA

PARTÍCULES PM10			
Any	2007	Valors límit normatiu a Andorra	Futurs valors límit a Europa
Estació	Fixa		
Àrea geogràfica	Vall central		
Zona	Escaldes-Engordany		
Tipus	Urbà		
Valor mitjana any civil en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	26	20	40
Nombre de superacions del límit diari de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	19	7	35

> Taula 10: Resultats de partícules PM10

Incompliment de la normativa relativa als nivells de qualitat de l'aire de les partícules PM10 a la vall central.

S'han enregistrat ultrapassaments del valor mitjà anual i del nombre màxim de superacions diàries de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, legislats a Andorra.

No obstant això, cal remarcar que tots els nivells enregistrats compleixen els valors límit normatius fixats per la nova Directiva europea del 21 de maig del 2008 i el valor francès objectiu anual de 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Cal tenir en compte que els resultats de les partícules presentats anteriorment es duen a terme mitjançant mesuraments amb microbalança (TEOM) a fi de disposar de dades en temps reals. La instrumentació emprada no permet valorar la fracció volàtil de partícules. Per tant, els valors presentats (taula 10) poden infravalorar els nivells reals de partícules de l'ordre del 30%.

Els valors mesurats de partícules PM10 a la vall central són superiors al llindar màxim establert (quadre 3), llindar a partir del qual s'han de fer mesuraments en continu. **Per tant, s'ha establert a la vall central un mesurament en continu per a les partícules PM10.**



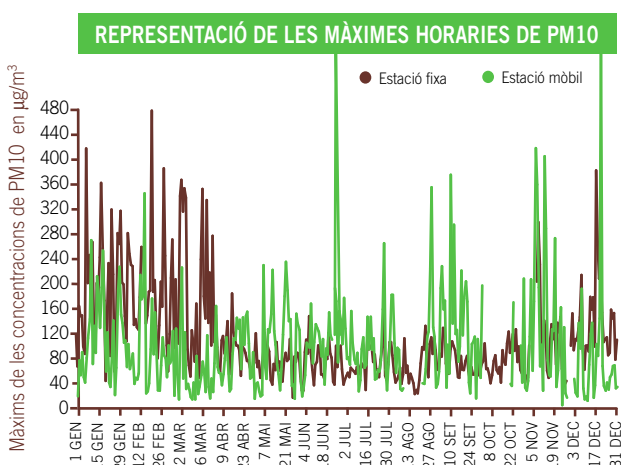
> ESTACIONS MÒBILS

A continuació s'analitzen els resultats de les campanyes de mesurament mitjançant l'estació mòbil situada durant l'any civil al nucli urbà d'Encamp en relació amb l'estació fixa, representativa dels nivells de fons urbans de la vall central.

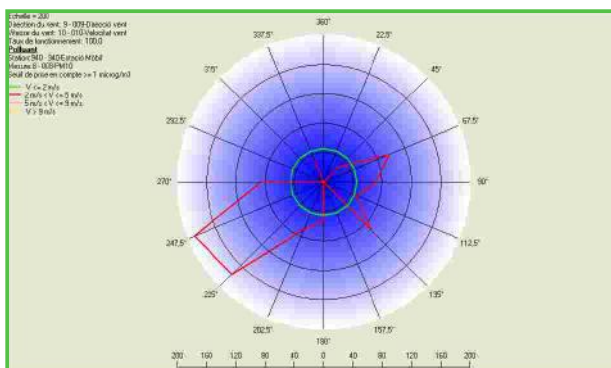
PM10							
Any	2007					Valor límit normatiu per any civil	Valor límit Europeu per any civil
Període	De l'1/1/07 al 31/12/07		Del 15/6/07 a l'1/8/07				
Estació	Mòbil	Fixa	Mòbil	Mòbil 2	Fixa		
Àrea geogràfica	Vall oriental	Vall central	Vall oriental		Vall central		
Zona	Encamp	Escaldes Engordany	Encamp		Escaldes Engordany		
Tipus	Urbà						
Valor mitjana (µg/m³)	34	26	44	26	27	20	40
Nombre de superacions del límit diari de 50 µg/m³	63	19	15	0	1	7	35

> **Taula 11:** Resultats de les campanyes de mesurament de les partícules PM10 - Anys 2005 i 2006
Mòbil: Estació 940 ubicada a l'aparcament del Prat Gran
Mòbil 2: Estació 943 ubicada al Centre de Salut d'Encamp

El nombre de superacions del límit diari també és superior, triplica les superacions de l'estació fixa i és 9 cops superior al límit normatiu andorrà.



> **Gràfic 31:** Rosa dels vents al nucli urbà d'Encamp



> **Gràfic 31:** Rosa dels vents al nucli urbà d'Encamp

Durant totes les campanyes de mesurament per a l'any 2007 de les partícules PM10, els valors de la mitjana i el nombre de superacions del límit diari se situen per sobre dels límits anuals normatiu andorrà.

A diferència del que s'ha enregistrat per a la resta de contaminants, la mitjana de partícules PM10 a Encamp és superior (de l'ordre d'un 30%) en relació amb els nivells mesurats a l'estació fixa de la vall central, que és representativa dels nivells de fons de la vall central.

El gràfic representa les màximes horàries de les partícules PM10 i evidencia de forma global nivells més elevats a l'estació mòbil situada a Encamp en relació amb l'estació fixa.

Les màximes a Encamp s'observen, sense motiu aparent, en diferents períodes de l'any i particularment a partir del mes d'abril.

La poca correlació entre les dos valls, a diferència dels altres contaminants, evidencia una possible font local de contaminació de partícules propera al nucli urbà d'Encamp.

La *rosa de pol·luent* indica, per a diferents velocitats del vent, l'origen de partícules PM10.

La rosa dels vents de les partícules PM10 a Encamp permet de localitzar l'origen d'aquesta pol·lució específica en la zona sud-oest segons la direcció predominant indicada (entre 180° i 270°).

Davant d'aquests resultats, i amb la finalitat de conèixer l'abast de la problemàtica, el Departament de Medi Ambient ha instal·lat un mesurament addicional de partícules PM10 al nucli urbà d'Encamp, concretament a sobre del Centre de Salut de la parròquia (estació anomenada 943, mòbil 2 a la taula 11).



L'estació 943 se situa a menys de 400 metres de l'estació mòbil 940, la qual se situa a 1 km de l'inici de la zona de Valira Nova - la Bartra.

Durant l'any 2007, s'han localitzat diferents treballs de construcció que han pogut originar moviments de terres i per tant, emissions de partícules. A la mateixa zona s'hi han implantat indústries potencialment generadores de partícules.

El gràfic següent il·lustra els resultats de les campanyes de mesurament, mitjançant les estacions de vigilància de la qualitat de l'aire.

D'una banda, es constata que l'estació anomenada mòbil 2 (estació 943, en blau), situada al Centre de Salut d'Encamp, enregistra nivells comparables als de l'estació fixa de la vall central (en taronja).

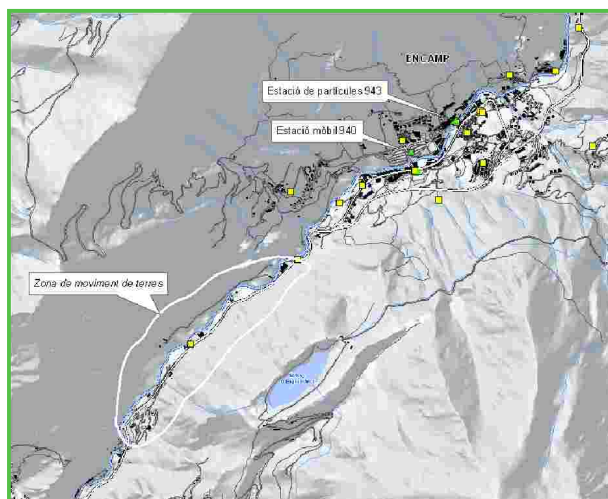
D'altra banda, els valors de l'estació mòbil (estació 940, en verd) són de l'ordre del 62% superiors en relació amb les altres dues estacions, per al mateix període de mesurament.

Per tant, de les mesures efectuades es conclou que els valors elevats de partícules no afecten la totalitat del nucli urbà d'Encamp. Tot indica que només se'n veu afectada la zona sud, més propera a les potencials fonts d'emissió.

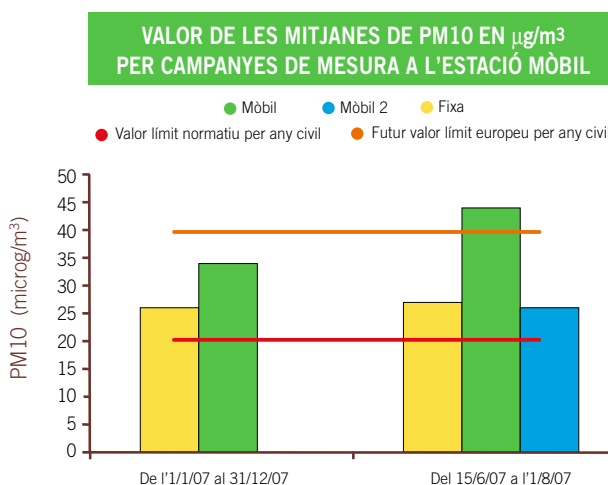
Cal recordar que només s'enregistren nivells elevats respecte a l'estació fixa de la vall central, per a les partícules PM10. La resta de contaminants mesurats a l'estació 940 són significativament inferiors.

El valor de partícules PM_{2,5} obtingut, entre el 24/11/06 i el 13/06/07 a l'emplaçament del Centre de Salut és de 6 µg/m³ (la meitat del valor estimat per a la vall central). La qual cosa evidencia de nou que l'únic contaminant que supera de forma anòmla els nivells d'immissió en una zona de la parròquia d'Encamp són les partícules PM10, a causa probablement d'una font d'emissió de partícules.

En aquest sentit, el Departament de Medi Ambient preveu dur a terme durant els propers anys nous mesuraments de partícules en el(s) mateix(os) emplaçament(s) per tal de seguir l'evolució d'aquest contaminant i definir, si escau, un mesurament perenne en continu i mesures per millorar la qualitat de l'aire d'aquesta zona.



> Mapa 9: Localització de les estacions de mesurament i de la zona sud



> Gràfic 32: Nombre de superacions de PM10 per campanyes

> PARTÍCULES PM2,5

La legislació andorrana no fixa els nivells límit per a les partícules fines PM2,5. La nova Directiva europea relativa a la qualitat de l'aire del 21 de maig del 2008 fixa un valor límit (de 25 µg/m³) i valors objectius. Malgrat això, el Departament de Medi Ambient ha establert des de l'any 2005 diversos punts de mesura en periodicitat definida de partícules PM2,5, amb l'objectiu d'avaluar els nivells i d'anticipar-se a l'entrada en vigor dels nivells normatius. Entre altres punts de mesurament, s'hi ha emplaçat l'estació mòbil de partícules en paral·lel amb l'estació fixa com un mesurador més durant un període determinat.

> ESTACIÓ FIXA

PM2,5		
Any	2007	Futur valor límit europeu per any civil
Període	De l'1/8/07 al 31/12/07	
Estació	Fixa	
Àrea geogràfica	Vall central	
Zona	Escaldes Engordany	
Tipus	Urbà	
Valor mitjana PM2,5 (µg/m³)	12	-
Estimació valor mitjana any civil (µg/m³)	12	25
Percentatge PM2,5 / PM10	48%	-

> Taula 12: Resultats de partícules PM2,5

Compliment de la normativa europea relativa als nivells de qualitat de l'aire de les partícules PM2,5 a la vall central.

El percentatge de partícules PM2,5 respecte a les partícules PM10 se situa entre la forquilla teòrica del 30 i el 70%.

L'OMS ha establert com a referència per a les PM2,5 el valor de 10 µg/m³.

Els valors mesurats de partícules PM2,5 a la vall central són inferiors al llindar mínim establert (quadre 3), llindar a partir del qual s'ha de fer mesuraments. Malgrat això, **es preveu establir a la vall central un mesurament en continu per a les partícules PM2,5.**

> ESTACIÓ MÒBIL

A continuació s'analitzen els resultats de les campanyes de mesurament mitjançant l'estació mòbil situada durant l'any civil al nucli urbà d'Encamp en relació amb l'estació fixa, representativa dels nivells de fons urbans de la vall central.

PM2,5				
Any	2007			Futur valor límit europeu per any civil
Període	De l'1/1/07 al 13/6/07			
Estació	Mobil 2	Mòbil	Fixa	
Àrea geogràfica	Vall oriental		Vall central	
Zona	Encamp		Escaldes Engordany	
Tipus	Urbà			
Valor mitjana PM2,5 (µg/m³)	5	-	-	-
Estimació valor mitjana any civil (µg/m³)	4	-	-	25
Valor mitjana PM10 (µg/m³)	-	32	26	-
Percentatge PM2,5 / PM10	13%	-	-	-

> Taula 13: Resultats de partícules PM2,5 per campanyes

Compliment de la normativa europea relativa als nivells de qualitat de l'aire de les partícules PM2,5 al nucli urbà d'Encamp.

El percentatge de partícules PM2,5 respecte a les partícules PM10 se situa entre la forquilla teòrica del 30 i el 70%.

La mitjana anual s'ha estimat prenent com a base el mesurament dels nivells de PM2,5 per al període de l'1/1/07 al 13/6/07 (5,5 mesos) i els nivells de partícules PM10 mesurats anualment a les dues estacions.



Els valors mesurats de partícules PM_{2,5} al nucli urbà d'Encamp són inferiors al llindar mínim establert (quadre 3), llindar a partir del qual s'ha de fer mesuraments. **Per tant, per als propers anys al nucli urbà d'Encamp es pot avaluar o modelitzar els nivells de partícules PM 2,5 sense necessitat d'establir un punt de mesurament.**

• LA XARXA MANUAL

Captadors d'alt i baix volum

La mesura de les partícules en suspensió de la fracció PM₁₀ s'efectua en les diverses campanyes que es duen a terme amb captadors d'alt i baix volum sobre filtres (mètode de referència segons la normativa europea) per tal de determinar els nivells d'immissió dels metalls dins del marc de la vigilància de la qualitat de l'aire i del Centre de Tractament de Residus.

Cal precisar que el mètode de mesura en continu de les partícules PM₁₀ a l'estació fixa situada a Escaldes-Engordany (analitzador automàtic per microbalança) és diferent respecte als captadors de volum amb filtres diaris o setmanals que s'analitzen en un laboratori acreditat amb posterioritat. Els valors enregistrats pels captadors de volum són habitualment superiors. Cal tenir en compte que es tracta del mètode de referència segons la directiva europea però no permet disposar d'una concentració en temps real.

Les taules següents reflecteixen els nivells obtinguts durant el període de mesurament en comparació amb els valors enregistrats per l'estació fixa automàtica representativa dels nivells urbans de la vall central.

Nivells urbans

Els valors **urbans** obtinguts en les campanyes realitzades són tots superiors al límit mitjà anual i són prop d'un 60% superiors en relació amb els mesuraments automàtics.

Cal destacar que els nivells de PM₁₀ del nucli urbà d'Encamp per al període de mesurament l'any 2007 són iguals als de l'estació fixa de la vall central. Durant la campanya de mesura a Encamp les màximes de partícules PM₁₀ eren inferiors a les de la vall central (gràfic 30).

PM10 - XARXA MANUAL				
Any	2006 2007	2007		Valor límit normatiu per any civil
Àrea geogràfica	Vall central	Vall oriental	Vall central	
Parròquia	Escaldes Engordany	Encamp	Escaldes Engordany	
Tipus	Urbà			
Captador	Alt volum			
Període	20/12/06 al 18/1/07	24/1/07 al 16/4/07	18/4/07 al 17/5/07	
Valor mitjana període (µg/m³)	47	38	38	20
Valor mitjana període (µg/m³) Estació fixa	34	24	24	

> Taula 14: Resultats dels nivells urbans de PM₁₀ mesurats amb captador d'alt volum

Nivells periurbans i de trànsit

Els valors **periurbans** obtinguts són aproximadament un 60% inferiors als nivells urbans i se situen per sota del límit normatiu anual.

Els mesuraments propers al **trànsit** són prop d'un 40% superiors respecte als nivells urbans.

PM10 - XARXA MANUAL			
Any	2007		
Àrea geogràfica	Vall central		
Parròquia	Andorra la Vella		
Tipus	Periurbà	Trànsit	
Captador	Baix volum	Alt volum	Baix volum
Període	24/9/07 al 17/12/07	3/7/07 al 31/7/07	24/9/07 al 17/12/07
Valor mitjana període ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	15	15	53
Valor mitjana període ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Estació fixa	24	28	24

> Taula 15: Resultats dels nivells periurbans i de trànsit de PM10 mesurats amb captador d'alt volum

4.4.4. Evolució històrica

• LA XARXA AUTOMÀTICA

> PARTÍCULES PM10

Mitjana anual

Durant els tres darrers anys els nivells de partícules PM10 a la vall central se situen per sobre del límit de la legislació andorrana i per sota del futur nivell de la directiva europea.

L'any 2007 s'observa una disminució d'un 15% de la mitjana anual de partícules PM10 en relació amb els anys 2005 i 2006.

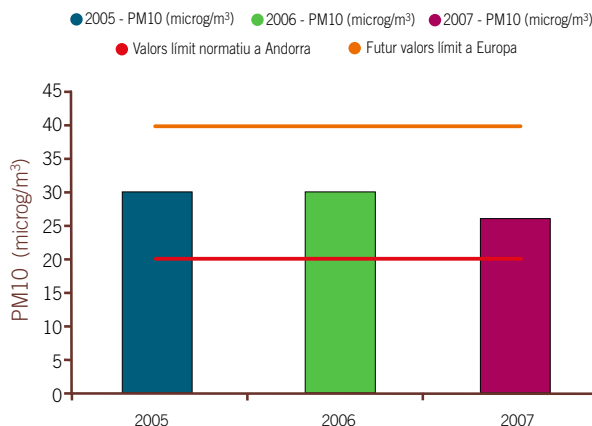
Nombre de superacions diàries de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Igual que la mitjana anual, durant els tres darrers anys, el nombre de superacions s'han situat per sobre del límit de la legislació andorrana i per sota dels futurs nivells de la directiva europea.

L'any 2007 s'observa una disminució de l'ordre d'un 55% del nombre de superacions en relació amb els anys 2005 i 2006.

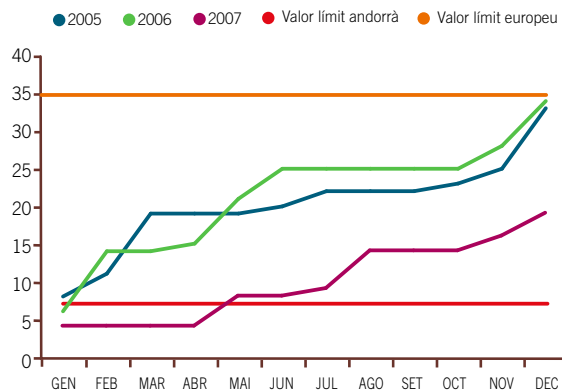
Per tant, s'observa una tendència a la baixa de les concentracions de partícules PM10. Cal esperar disposar d'un estudi històric més exhaustiu per confirmar aquesta tendència.

VALOR DE LA MITJANA ANUAL DE PM10 EN $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ESTACIÓ FIXA - VALL CENTRAL



> Gràfic 33: Evolució històrica de la mitjana anual de PM10 a la vall central

CÚMUL DE LES SUPERACIONS DEL LÍMIT DIARI DE 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM10 · ESTACIÓ FIXA - VALL CENTRAL



> Gràfic 34: Evolució històrica del nombre de superacions diàries de PM10 a la vall central



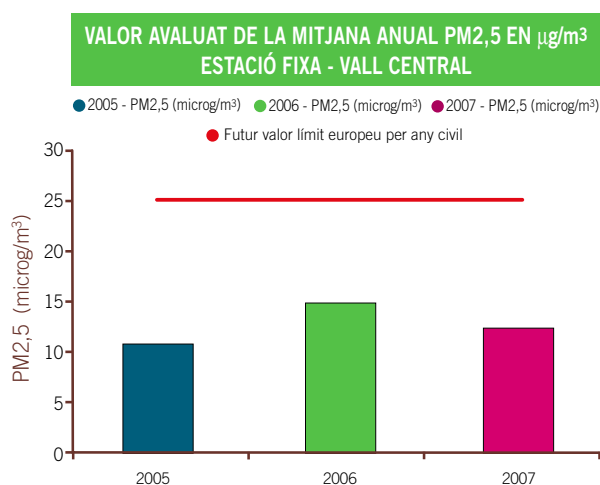
> PARTÍCULES PM_{2,5}

Mitjana anual

D'acord amb les campanyes de mesurament, s'han avaluat els nivells anuals de partícules PM_{2,5} a la vall central.

Per als darrers tres anys, els nivells s'han situat al voltant del 50% per sota del nou límit normatiu europeu. L'OMS ha establert un valor límit anual de 10 µg/m³.

Igual que per al CO i el SO₂, els nivells del 2006 són superiors en relació amb els dos altres anys.



> Gràfic 35: Evolució històrica de l'estimació de la mitjana anual de PM_{2,5} a la vall central

4.5. L'OZÓ (O₃)

4.5.1. Les fonts

A l'estratosfera (entre 10 i 60 km d'altitud), l'ozó O₃ constitueix un filtre natural que protegeix la vida terrestre de l'acció nefasta dels raigs ultraviolats durs. El forat de la capa d'ozó és una desaparició parcial d'aquest filtre.

A la troposfera (entre 0 i 10 km d'altitud), els nivells d'ozó (O₃) haurien de ser naturalment febles. L'ozó que hi trobem és un contaminant dit "secundari". Prové de la transformació química en l'atmosfera d'alguns contaminants dits "primaris" (en particular els NO, NO₂ i els COV) sota l'efecte dels raigs solars. Els mecanismes són complexos i les concentracions de O₃ es donen a l'estiu, a la perifèria de les zones on hi ha aquests contaminants; després poden recórrer grans distàncies.

4.5.2. Efectes sobre el medi ambient i la salut humana

L'ozó té un efecte nefast sobre la vegetació (per exemple sobre el rendiment dels cultius) i sobre alguns materials (cautxú...). També contribueix a l'efecte hivernacle. L'O₃ és un gas agressiu que penetra fàcilment fins a les vies respiratòries més fines. Provoca tos, alteracions pulmonars i irritacions oculars.

4.5.3. Resultats

• LA XARXA AUTOMÀTICA

Comparació amb els nivells normatius

> ESTACIÓ FIXA PERIURBANA

Incompliment de la normativa relativa als nivells de qualitat de l'aire de l'ozó.

El nombre de dies de superació de les mitjanes 8-horàries de 120 µg/m³ és d'un 50% superior al valor objectiu.

No obstant això, no s'ha enregistrat cap superació dels llindars d'informació i d'alerta a la població.

OZÓ		
Any	2007	Valors objectius normatius
Estació	Fixa	
Àrea geogràfica	Vall central	
Zona	Engolasters	
Tipus	Rural	
Mitjana anual (µg/m ³)	86	-
Màxim de les mitjanes 8-horàries (µg/m ³)	145	-
Nombre de dies de superacions de les mitjanes 8-horàries de 120 µg/m ³	49	25
Valor AOT 40 (µg/m ³ .h)	18.089	18.000
Nombre de superacions del llindar d'informació de 180 µg/m ³	0	-
Nombre de superacions del llindar d'alerta de 240 µg/m ³	0	-

> Taula 16: Resultats d'ozó a l'estació fixa d'Engolasters



A Europa, el nombre de dies de superacions de les mitjanes 8-horàries de $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ es calcula durant tres anys consecutius. La mitjana dels darrers tres anys a Andorra és, també, superior al valor objectiu de 25 superacions, concretament és igual a 44.

El valor objectiu de l'AOT 40 correspon a la mitjana d'un període de cinc anys. Per tant, cal esperar disposar d'un estudi històric de dades per concloure sobre el compliment o l'incompliment d'aquest objectiu. No obstant això, durant el 2007 els valors enregistrats són propers al valor objectiu de $18.000 \mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$.

El màxim de les mitjanes 8-horàries ($145 \mu\text{g}/\text{m}^3$) és lleugerament superior al valor objectiu de $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

> ESTACIÓ MÒBIL D'OZÓ PERIURBANA I ESTACIONS URBANES

A més a més de l'estació fixa d'ozó de referència que mesura els nivells en zona periurbana de la vall central (50% de la població), es disposa d'una estació mòbil d'ozó que se situa en zones periurbanes de cada parròquia, en funció de la planificació definida en l'estratègia en l'àmbit del medi atmosfèric, a l'estiu quan es donen les condicions favorables per l'estudi de l'ozó.

D'altra banda, les estacions fixa i mòbil urbanes també mesuren aquest contaminant.

A continuació s'analitzen els resultats de les campanyes de mesurament d'ozó en relació amb l'estació fixa d'ozó per emplaçaments:

ozó					
Any	2007				Valors objectius normatius
Període	De l'1/2/07 al 18/12/07	2007			
Estació	Mòbil d'ozó	Fixa d'ozó	Mòbil d'ozó	Mòbil d'ozó	
Àrea geogràfica	Vall oriental	Vall central	Vall oriental	Vall central	
Zona	Cortals	Engolasters	Encamp	Escaldes Engordany	
Tipus	Periurbà		Urbà		
Mitjana anual (µg/m³)	79	86	57	47	-
Màxim de les mitjanes 8-horàries (µg/m³)	129	145	139	131	-
Nombre de superacions de les mitjanes 8-horàries de 120 µg/m³	11	49	11	6	25
Valor AOT 40 (µg/m³.h)	9.892	18.089	ND	7.647	18.000
Nombre de superacions del lílindar d'informació de 180 µg/m³	0	0	0	0	-
Nombre de superacions del lílindar d'alerta de 240 µg/m³	0	0	0	0	-

> Taula 17: Resultats d'ozó a l'estació mòbil periurbana i a les estacions urbanes

Compliment de la normativa relativa als nivells de qualitat de l'aire de l'ozó al periurbà d'Encamp i en les zones urbanes de la vall central i del nucli urbà d'Encamp.

Els nivells enregistrats a l'estació mòbil d'ozó són inferiors als de l'estació fixa d'ozó, tant pel que fa al nombre de superacions com a l'AOT40 i les mitjanes.

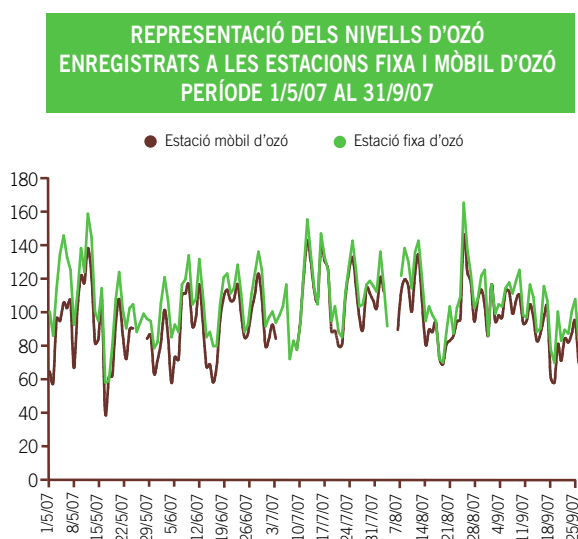


Els nivells de les estacions urbanes són inferiors respecte a les estacions periurbanes.

L'ozó es forma a partir de contaminants primaris en presència de radiació solar i els seus nivells màxims s'enregistren als afores dels nuclis urbans, lluny de les fonts d'emissió.

Comparació entre estacions periurbanes

S'han comparat els resultats de l'estació mòbil d'ozó situada al periurbà d'Encamp (Cortals d'Encamp) a la vall oriental, respecte als de l'estació fixa d'ozó ubicada al periurbà de la vall central (Engolasters) per al període de l'1/5/07 al 31/9/07.



> Gràfic 36: Nivells d'horaris d'ozó

	Estació mòbil d'ozó	Estació fixa d'ozó
Mínim	47	64
Màxim	145	163
Mitjana	99,7	109,6

> Taula 18: Valors enregistrats als Cortals i a Engolasters

De la representació dels nivells horaris d'ozó, s'observa un comportament similar per a les dues estacions de mesura.

Concretament, el coeficient de correlació és de 0,92, fet que corrobora l'abast regional d'aquest contaminant.

La representació il·lustra nivells horaris lleugerament superiors a Engolasters, tal com reflecteix la taula 17, amb un nombre més alt de superacions a Engolasters.

La mitjana de les concentracions d'ozó a Engolasters és un 10% superior respecte a la dels Cortals d'Encamp.

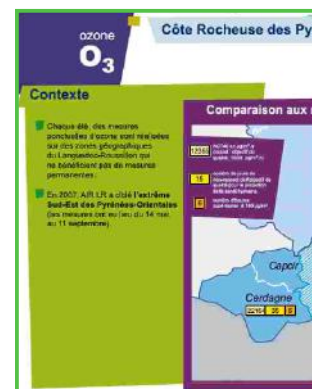
Els nivells d'ozó a Encamp tenen la mateixa tendència i són lleugerament inferiors respecte a l'estació fixa d'ozó d'Engolasters. Per tant, l'estació d'ozó d'Engolasters és representativa del comportament d'aquest contaminant i enregistra els nivells més desfavorables de les dues valls. És a dir, que en cas de superació, i atesos els coneixements de l'any passat a Certers, el nivell d'avís que es donarà a Engolasters serà amb anterioritat respecte als Cortals d'Encamp. En conseqüència, es pot considerar també l'estació d'Engolasters com a estació de referència per al nucli d'Encamp.

Comparació amb els resultats dels països veïns

Els resultats obtinguts a Andorra pel que fa a l'ozó són coherents i comparables amb els dels països veïns.

Cal destacar una mitjana anual i un nombre de dies de superació de la mitjana 8-horària de $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ superior a Andorra en relació amb les estacions de la Cerdanya i de Ponts a causa probablement de l'increment d'altura.

> Imatge 18: Estracte del balanç d'Air LR

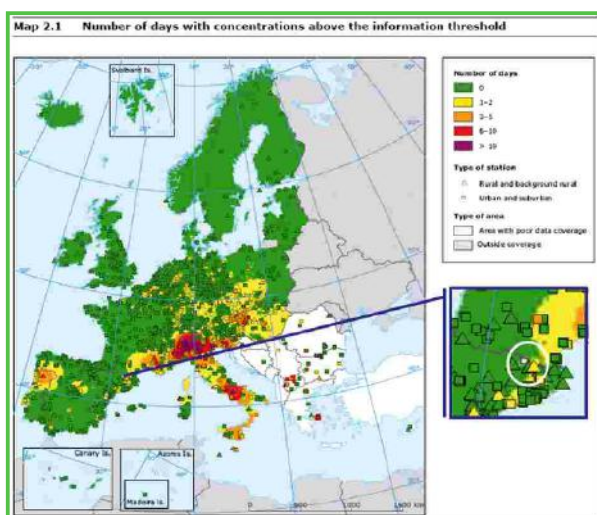


Any	Zona	Xarxa de vigilància	Mitjana anual ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Màxim de les mitjanes 8-horàries ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Nombre de superacions de les mitjanes 8-horàries de $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Valor AOT 40 ($\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$)	Nombre de superacions del llindar d'informació de $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Nombre de superacions del llindar d'alerta de $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$
2007	Vall central	Andorra	86	145	49	18.089	0	0
	Cerdanya	AirLR	ND	ND	35	22.164	6	0
	Bellver	Gencat	61	175	38	18.525	0	0
	Ponts		49	168	36	17.419	0	0
Valors objectius normatius					25	18.000		

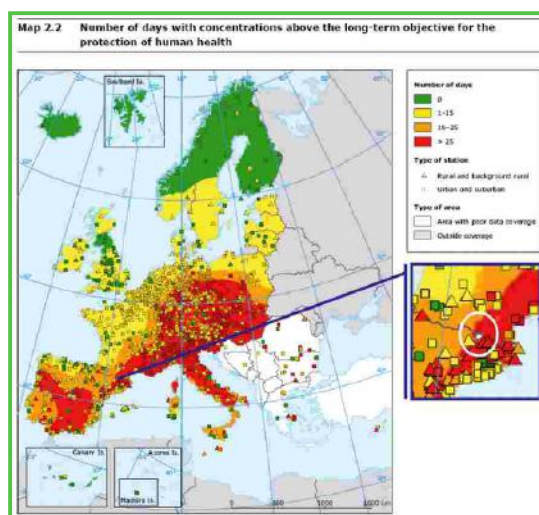
Comparació amb els resultats de l'Agència Europea del Medi Ambient

L'informe *Air pollution by ozone across Europe during summer 2007* publicat per l'Agència Europea de Medi Ambient (EEA) corrobora els resultats obtinguts a les estacions de vigilància de la qualitat de l'aire del Govern d'Andorra.

Segons la taula 16, a l'estació fixa d'ozó no s'hi ha enregistrat cap superació del llindar horari d'informació de $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i s'han enregistrat 49 dies de superació de les mitjanes 8-horàries de $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Aquests resultats queden reflectits en els mapes de l'Agència Europea de Medi Ambient: al mapa 10, en verd, 0 superacions de $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$; i al mapa 11, en vermell, més de 25 superacions de les mitjanes 8-horàries.



> Mapa 10: Nombre de dies de superacions de $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Font: EEA)



> Mapa 11: Nombre de superacions de $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Font: EEA)



4.5.4. Evolució històrica

· LA XARXA AUTOMÀTICA

ozó				
Any	2005	2006	2007	Valors objectius normatius
Estació	Mòbil	Fixa		
Àrea geogràfica	Vall central			
Zona	Engolasters			
Tipus	Rural			
Mitjana anual (µg/m³)	-	80	86	-
Màxim de les mitjanes 8-horàries (µg/m³)	163	176	145	-
Nombre de dies de superacions de les mitjanes 8-horàries de 120 µg/m³	27	54	49	25
Valor AOT 40 (µg/m³.h)	18.431	33.324	18.089	18.000
Nombre de superacions del llindar d'informació de 180 µg/m³	0	5	0	-
Nombre de superacions del llindar d'alerta de 240 µg/m³	0	0	0	-

> Taula 19: Evolució històrica de les concentracions d'ozó a Engolasters

Pel que fa al nombre de dies de superació de la mitjana 8-horària de $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$, només durant l'any 2005 s'ha enregistrat un nombre proper al límit normatiu. Per al 2006 i el 2007, el nombre de dies de superacions és el doble en relació amb el 2005.

No obstant això, s'observa una lleugera millora l'any 2007 en relació amb el 2006.

La mitjana del nombre de superacions dels darrers tres anys és de 44, valor superior al límit normatiu europeu.

El valor objectiu de l'AOT 40 correspon a la mitjana d'un període de cinc anys.

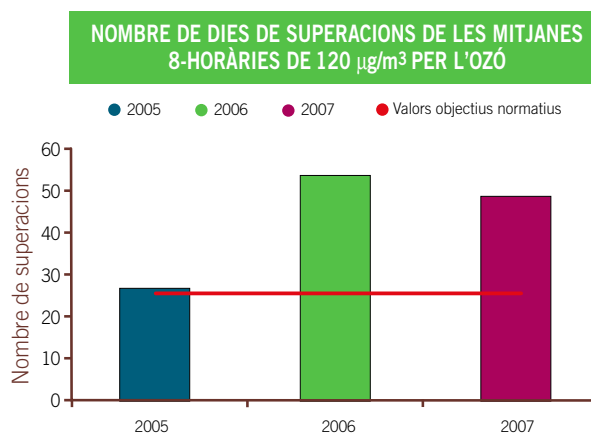
Durant els anys 2005 i 2007 s'han enregistrat valors lleugerament superiors al límit quinquennal. L'any 2006 el valor s'incrementa considerablement respecte als dos altres anys. Tot deixa preveure que l'any 2009, al primer quinquenni de mesurament en continu, no s'assolirà el valor objectiu de l'AOT 40 per a la protecció de la vegetació.

Globalment, l'any 2006 ha estat el pitjor dels tres darrers anys pel que fa referència als nivells d'ozó.

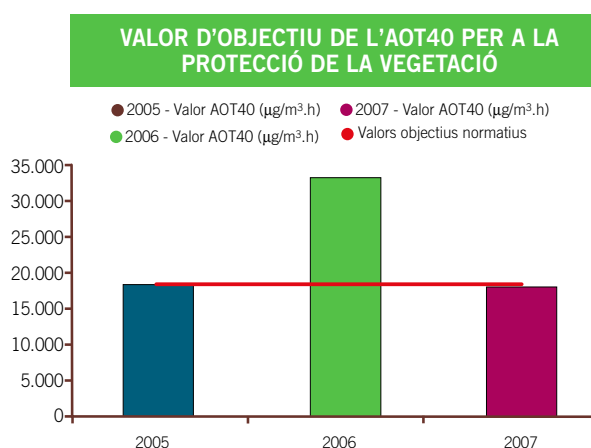
La mitjana anual d'ozó és lleugerament superior l'any 2007 respecte al 2006. No obstant això, el màxim de les mitjanes 8-horàries és inferior l'any 2007 (també en relació amb el 2005). S'observa, doncs, per al 2007 en relació amb el 2006, un augment de la concentració anual i una disminució dels nivells màxims 8-horaris. Globalment, les concentracions augmenten en zona periurbana.

Només s'ha enregistrat superacions del llindar d'informació a la població l'any 2006.

Durant els darrers tres anys no s'ha produït cap superació del llindar d'alerta.



> Gràfic 37: Evolució històrica del nombre de dies de superacions de $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$



> Gràfic 38: Evolució històrica dels valors de l'AOT40

4.6. EL BENZÉ (C₆H₆)

És l'únic dels compostos orgànics volàtils (COV) que té reglamentat el seu nivell d'immissió. Els COV emeten vapors amb gran facilitat, fenomen que s'incrementa notablement amb la temperatura.

4.6.1. Les fonts

Els COV emanen sobretot de la combustió i de l'evaporació dels carburants. Estan molt relacionats amb el trànsit.

Del resultat de l'inventari de les emissions de l'any 2005 exclusiu per als sectors residencial i terciari (sense indústria) en destaca que la principal font d'emissió de benzè a Andorra són els transports per carretera (98%), mentre que les emissions del sector residencial i terciari només suposen un 2% del total. També té altres orígens no quantificats, com les estacions de servei o certs tipus d'indústries que treballen amb dissolvents.

4.6.2. Efectes sobre el medi ambient i la salut humana

El benzè té efectes cancerígens.

4.6.3. Resultats

• LA XARXA MANUAL

Els mesuraments dels nivells de benzè són duts a terme mitjançant la xarxa manual de mostrejadors passius. La incertesa de mesura per la metodologia del mesurament mitjançant els mostrejadors passius se situa al voltant del 20%.

Comparació amb els nivells normatius

BENZÉ					
Any		2007			Valor límit
Parròquies	Valls	Periurbà	Urbà	Trànsit	
Encamp	Oriental	0,6	1,3	1,5	5
La Massana	Nord	0,3	0,8	1,7	
Ordino		0,4	0,6	1,0	
Andorra la Vella	Central	0,8	1,5	2,5	
Escaldes-Engordany		-	1,3	2,8	
Sant Julià de Lòria	Sud	0,6	1,2	2,0	

Compliment de la normativa relativa als nivells de qualitat de l'aire del benzè.

> Taula 20: Resultats de benzè any 2007

Les mitjanes nacionals anuals de benzè per a l'any 2007 han tingut els valors següents:

- En zones **periurbanes**: $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3 \pm 20\%$
- En zones **urbanes**: $1,2 \mu\text{g}/\text{m}^3 \pm 20\%$
- En zones **properes al trànsit**: $1,8 \mu\text{g}/\text{m}^3 \pm 20\%$

Les mitjanes anuals de benzè pel que fa a les parròquies són properes a aquestes mitjanes nacionals.

Per tant, per a totes les parròquies totes les mitjanes anuals de benzè mesurades en estacions periurbanes, urbanes i de trànsit estan per sota del valor límit normatiu de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

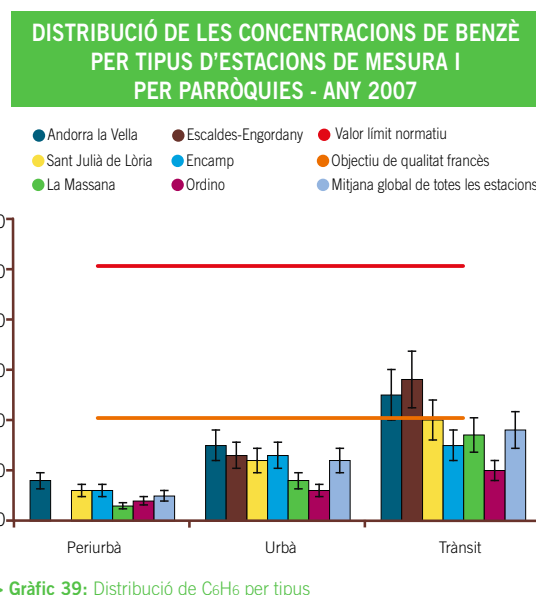
Els nivells urbans són un 64% inferiors al valor límit normatiu de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Destaquen nivells urbans més inferiors a la parròquies d'Ordino i la Massana respecte a la mitjana nacional. Aquesta particularitat també s'observa en les zones periurbanes i properes al trànsit.



A títol informatiu, l'estat francès fixa un valor objectiu de qualitat de 2 µg/m³ per al benzè.

A Andorra, s'observa que les mitjanes de totes les tipologies d'estacions són com a mínim un 33% inferior al límit normatiu. Només en estacions properes al trànsit s'enregistren mitjanes al voltant o superiors a l'objectiu de qualitat francès.

Els nivells més elevats s'enregistren en zones properes al trànsit de la vall central (parròquies d'Andorra la Vella i Escaldes-Engordany).



4.6.4. Evolució històrica

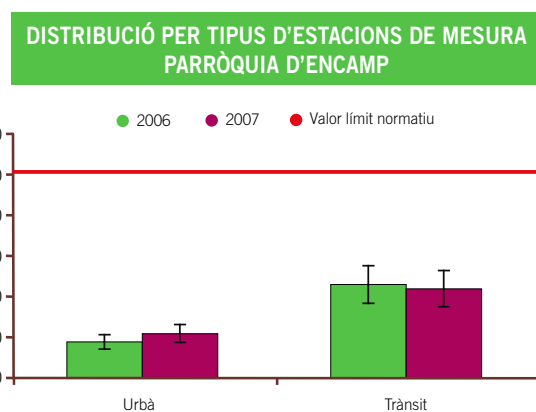
• LA XARXA MANUAL

Per comparar els nivells de qualitat de l'aire mitjançant els mostrejadors passius durant els tres darrers anys, no s'utilitzen per fer les mitjanes totes les dades disponibles, sinó que es compararen les estacions comunes amb les diferents campanyes.

Globalment, s'observa una estabilitat de la mitjana anual de benzè per a tots els tipus d'estacions. No obstant això, cal esperar disposar d'un estudi històric de dades més extens per poder concloure sobre l'evolució de les concentracions d'aquest contaminant.

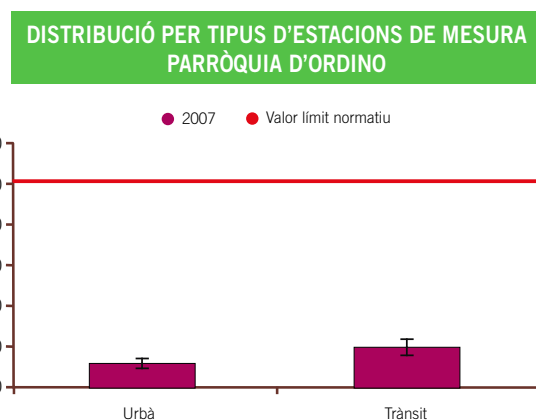
Encamp

S'observa una estabilitat de les concentracions de benzè per a tots els tipus d'estacions.



Ordino

No es disposa d'un estudi històric de mesures.

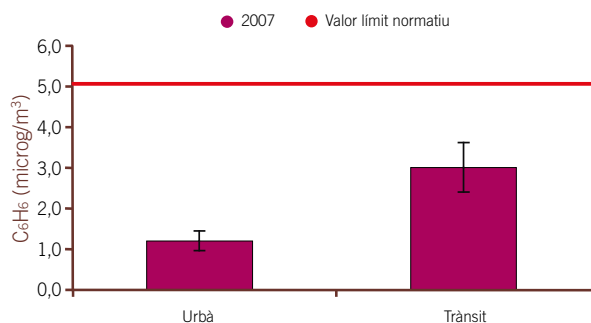


La Massana

No es disposa d'un estudi històric de mesures.

> Gràfic 42 Evolució històrica dels nivells anuals de C₆H₆ a la Massana

DISTRIBUCIÓ PER TIPUS D'ESTACIONS DE MESURA PARRÒQUIA DE LA MASSANA

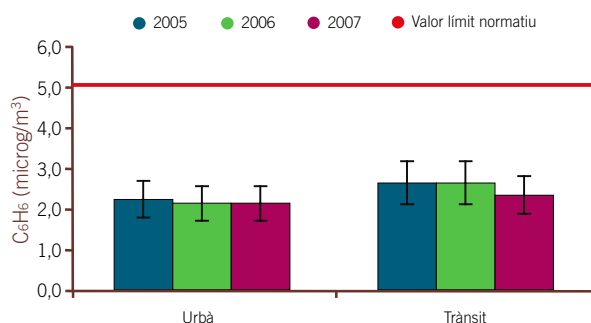


Andorra la Vella

S'observa una estabilitat per als nivells urbans i una lleugera tendència a la baixa per a les estacions properes al trànsit.

> Gràfic 43 Evolució històrica dels nivells anuals de C₆H₆ a Andorra la Vella

DISTRIBUCIÓ PER TIPUS D'ESTACIONS DE MESURA PARRÒQUIA D'ANDORRA LA VELLA



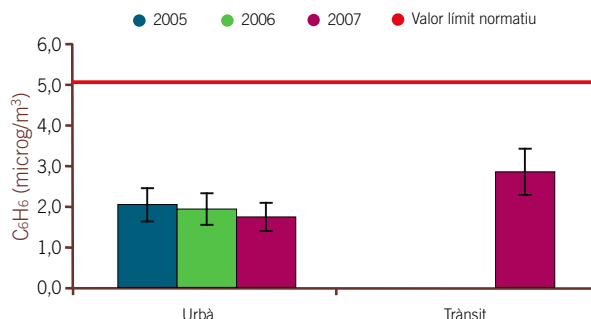
Escaldes-Engordany

No es disposa d'un estudi històric dels nivells de trànsit.

S'observa una lleugera tendència a la baixa de les concentracions de benzè per a les estacions urbanes.

> Gràfic 44 Evolució històrica dels nivells anuals de C₆H₆ a Escaldes-Engordany

DISTRIBUCIÓ PER TIPUS D'ESTACIONS DE MESURA PARRÒQUIA D'ESCALDES-ENGORDANY

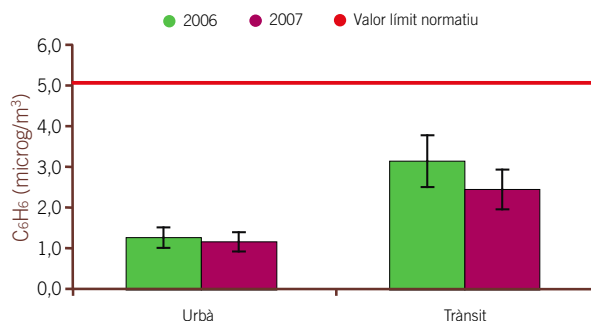


Sant Julià de Lòria

S'observa una lleugera tendència a la baixa de les concentracions de benzè per a les estacions urbanes i properes al trànsit.

> Gràfic 45 Evolució històrica dels nivells anuals de C₆H₆ a Sant Julià de Lòria

DISTRIBUCIÓ PER TIPUS D'ESTACIONS DE MESURA PARRÒQUIA DE SANT JULIÀ DE LÒRIA



4.7. ELS METALLS

4.7.1. Les fonts

Els metalls provenen de la combustió del carbó, del petroli o dels residus sòlids urbans i d'alguns procediments industrials particulars. Es retroben generalment al nivell de les partícules (excepte el mercuri, que és principalment gasós). El consum generalitzat de la gasolina sense plom ha provocat una disminució considerable d'aquest contaminant a l'aire.

4.7.2. Efectes sobre el medi ambient i la salut humana

Els metalls contaminen els sòls i els aliments, s'acumulen en els éssers vius i pertorben els equilibris i els mecanismes biològics. Alguns líquens o molses s'utilitzen per vigilar els metalls en el medi ambient i serveixen de bioindicadors. Els metalls s'acumulen en l'organisme i provoquen efectes tòxics a curt i a llarg termini. Poden afectar el sistema nerviós, les funcions renals, hepàtiques, respiratòries, o d'altres.

4.7.3. Resultats

• METALLS EN PARTÍCULES EN SUSPENSÍO

Comparació amb els nivells normatius

METALLS						
Any		2007				Valors objectius normatius
Xarxa						
Estació		P3	P4, P6 i P7	Fixa*	Mòbil**	
Àrea geogràfica		Vall central			Vall sud	
Tipus		Periurbà	Urbà			
Valor mitjana ng/m³	Pb	2,4	9,8	9,2	9,5	500
	As	<0,6	0,5	0,4	<0,1	6
	Cd	0,2	0,2	0,1	0,1	5
	Ni	0,9	3,2	3,5	11,6	20
	Hg	<0,1	<0,1	-	-	-
	Cr	<0,6	1,6	-	-	-
	Mn	4,6	11,1	-	-	-

Compliment de la normativa relativa als nivells de qualitat de l'aire pel plom, l'arsènic, el cadmi i el níquel.

Tots els nivells estan molt per sota dels límits normatius.

P3: Estació 3 del pla de vigilància del CTR (Hostal de la Comella)

P4, P6 i P7: Mitjana de les estacions urbanes del pla de vigilància del CTR

* Període de mesura en paral·lel a la 942 (gener i abril 2007)

** Període de mesura a l'estació d'Encamp (febrer i març de 2007)

NOTA: Els valors indicats a la taula per la zona periurbana s'han realitzat en el marc de la vigilància d'una activitat industrial (CTR)

> Taula 21: Resultat dels metalls analitzats de les partícules

El valor objectiu normatiu per al plom està definit en la legislació andorrana del 2002. Els valors per als altres metalls estan fixats a la Directiva europea del 2004, posterior a la publicació del reglament andorrà. La Directiva europea preveu, també, la mesura del mercuri sense fixar-ne un valor objectiu. Aquest contaminant és principalment gasós, i és per aquest motiu que durant campanyes anteriors els valors obtinguts es trobaven per sota el límit de detecció del contaminant.

L'OMS ha establert un nivell límit de 150 µg/m³ per al manganès; i l'estat francès, un valor objectiu de qualitat de 250 µg/m³ per al plom. A Andorra els nivells mesurats compleixen aquests valors límit.

Dins del marc de la vigilància del Centre de Tractament de Residus s'han dut a terme mesuraments del crom total i del manganès, metalls que no disposen de valor normatiu. Els resultats obtinguts són del mateix ordre que els mesurats els anys anteriors.

· METALLS EN DEPOSICIONS DE PARTÍCULES

DEPOSICIONS			
Any		2007	
Xarxa		Manual	
Estació		P2, P3 i P5	P4
Àrea geogràfica		Vall central	
Tipus		Periurbà	Urbà
Valor mitjana (µg/m²/dia)	Pb	3,6	11,5
	As	0,6	3,9
	Cd	0,2	0,1
	Ni	3,3	4,6
	Hg	<0,2	<0,2
	Cr	2,7	8,1
	Mn	29,6	62

Els resultats de mercuri estan per sota del límit de detecció. Per a tots els altres contaminants s'observa un increment de les concentracions en zones urbanes respecte als valors de les zones periurbanes, a excepció del cadmi, que se situa al voltant del límit de detecció.

Els valors són coherents amb els anys anteriors.

P2, P3 i P5: Mitjana de les estacions periurbanes del Pla de vigilància del CTR

P3: Estació 4 del Pla de vigilància del CTR (Camp de rugbi)

NOTA: Els valors indicats a la taula per la zona periurbana s'han realitzat en el marc de la vigilància d'una activitat industrial (CTR)

> Taula 22: Resultat dels metalls dipositats

4.7.4. Evolució històrica

· METALLS EN PARTÍCULES EN SUSPENSÍO

Tots els nivells dels metalls de les partícules en suspensió són del mateix ordre durant els tres darrers anys i en el cas dels metalls legislats, sempre es troben molt per sota dels valors objectius normatius. Els nivells periurbans són generalment inferiors als nivells urbans sempre que no se situïn prop del límit de detecció.

Per tant, els metalls en deposició no suposen avui dia cap preocupació pel que fa a la qualitat de l'aire però s'ha de continuar seguint la seva evolució.

Cal destacar un valor anormalment elevat en la concentració de níquel al nucli urbà d'Encamp sense superar el valor objectiu normatiu. Actualment es desconeix el motiu d'aquest valor, però es pot pensar que està relacionat amb els nivells elevats de partícules detectats a la part sud del nucli urbà d'Encamp.

METALLS												
Any		2005		2006				2007				Valors objectius normatius
Xarxa		Manual										
Estació		P3	P4, P6 i P7	P3	P4, P6 i P7	Fixa*	Mòbil**	P3	P4, P6 i P7	Fixa*	Mòbil**	
Àrea geogràfica		Vall central					Vall sud	Vall central			Vall sud	
Tipus		Periurbà	Urbà	Periurbà	Urbà			Periurbà	Urbà			
Valor mitjana ng/m³	Pb	3,1	9,1	2,2	8,8	9,9	9,2	2,4	9,8	9,2	9,5	500
	As	<1,1	<1,1	0,2	0,3	0,4	0,2	<0,6	0,5	0,4	<0,1	6
	Cd	<1,1	<1,1	<0,1	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	5
	Ni	2,1	1,7	1,1	2,1	2	1,1	0,9	3,2	3,5	11,6	20
	Hg	<1,1	<1,1	<0,1	<0,2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-	-	-
	Cr	<3,5	<3,5	<3,5	<3,5	-	-	<0,6	1,6	-	-	-
	Mn	9,5	14,2	6,1	15,8	-	-	4,6	11,1	-	-	-

> Taula 23: Resultat dels metalls dipositats des del 2005 / NOTA: Els valors indicats a la taula per la zona periurbana s'han realitzat en el marc de la vigilància d'una activitat industrial (CTR)



• METALLS EN DEPOSICIONS DE PARTÍCULES

Els nivells periurbans són generalment inferiors als nivells urbans sempre que no se situïn prop del límit de detecció.

Tots els nivells dels metalls de les partícules en suspensió són del mateix ordre durant els dos darrers anys.

Per tant, els metalls en deposició no suposen avui dia cap preocupació pel que fa a la qualitat de l'aire però s'ha de continuar seguint la seva evolució.

DEPOSICIONS					
Any		2006		2007	
Xarxa		Manual			
Estació		P2, P3 i P5	P4	P2, P3 i P5	P4
Àrea geogràfica		Vall central			
Tipus		Periurbà	Urbà	Periurbà	Urbà
Valor mitjana (µg/m²/dia)	Pb	3,9	10,2	3,6	11,5
	As	1,2	5,5	0,6	3,9
	Cd	<0,1	<0,1	0,2	0,1
	Ni	3,1	5,5	3,3	4,6
	Hg	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2
	Cr	3,8	10,4	2,7	8,1
	Mn	49,4	81,2	29,6	62

> Taula 24: Resultat dels metalls dipositats des del 2006 / NOTA: Els valors indicats a la taula per la zona periurbana s'han realitzat en el marc de la vigilància d'una activitat industrial (CTR)

4.8. LES DIOXINES I ELS FURANS

4.8.1. Les fonts

L'origen d'aquests contaminants és, en general, fruit de les combustions incompletes.

4.8.2. Efectes sobre el medi ambient i la salut humana

Les dioxines i els furans són molècules complexes classificades dins el grup de contaminants orgànics persistents (COP). Els efectes d'aquests compostos es defineixen segons la toxicitat, la bioacumulació, la persistència en el medi ambient i el transport a llarga distància.

4.8.3. Resultats

Els mesuraments de les dioxines i els furans s'emmarquen dins del Pla de vigilància al voltant del Centre de Tractament de Residus de la Comella.

DIOXINES									
Any	2005		2006		2007		Valors de referència (INERIS)		
Xarxa	Manual								
Estació	P5	P4 i P6	P5	P4 i P6	P5	P4 i P6			
Àrea geogràfica	Vall central								
Tipus	Periurbà	Urbà-Trànsit	Periurbà	Urbà-Trànsit	Periurbà	Urbà-Trànsit	Periurbà	Urbà	Industrial
Valor I-TEQ pg/m²/dia	2,9	4,5	1,4	2,0	1,2	2,0	5 a 20	10 a 85	fins a 1.000

> Taula 25: Resultats sintètics de les deposicions de dioxines i furans des del 2005

NOTA: Els valors indicats a la taula per la zona periurbana s'han realitzat en el marc de la vigilància d'una activitat industrial (CTR)

Tots els valors obtinguts estan per sota dels nivells de referència periurbans de l'INERIS (Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques).

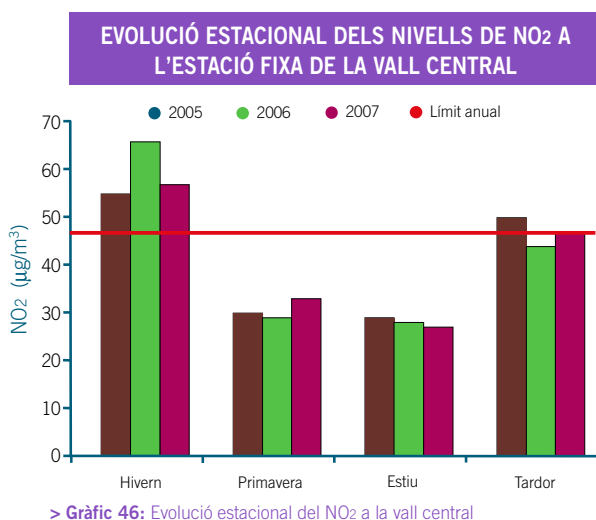
S'enregistren nivells similars per als anys 2006 i 2007 que són lleugerament inferiors als valors obtinguts l'any 2005.

5- COMPORTAMENT DELS CONTAMINANTS

5.1. COMPORTAMENT ESTACIONAL

L'estudi mensual il·lustra les variacions de les concentracions dels contaminants durant els mesos i les estacions de l'any.

Cas del NO₂, el SO₂ i el CO



> Gràfic 46: Evolució estacional del NO₂ a la vall central

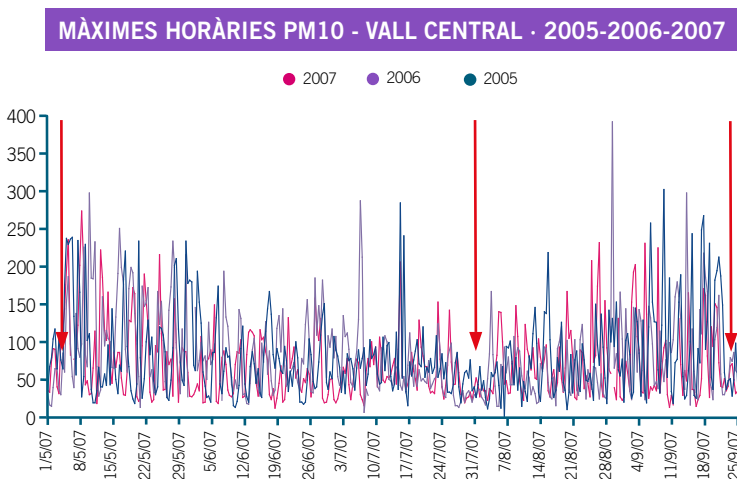
De la representació de les concentracions de NO₂ es constata que durant els mesos de tardor i hivern els nivells són superiors en relació amb la resta d'estacions de l'any i al límit normatiu anual. A causa de les condicions d'estabilitat atmosfèrica i l'augment de les emissions.

Tal com il·lustra el gràfic 20, la totalitat de les superacions del límit horari de 200 µg/m³ es donen en aquestes dues estacions de l'any.

Els nivells durant l'hivern són els més desfavorables de l'any i superen per a certs contaminants els límits normatius (vegeu gràfic 46).

Aquest mateix comportament estacional s'observa en diferent amplitud per al CO i per al SO₂.

Cas de les PM



> Gràfic 47: Màxims horaris PM10 a la vall central

De la representació dels màxims horaris de partícules PM10 a la vall central dels tres darrers anys, s'observa que els nivells d'aquest contaminant no responen a un comportament típicament estacional ja que varien d'un any per l'altre. Malgrat que s'observa uns màxims menys elevats durant l'estiu, els nivells de fons són llavors més elevats. També, durant l'estiu s'enregistren màxims en dies puntuals comparables als de les altres estacions de l'any.

Finalment, s'observa que per als tres anys hi ha una disminució considerable dels màxims durant el mes d'agost i entre mitjan desembre i mitjan gener. Aquestes davallades dels nivells de pol·lució es poden explicar per un alentiment dels sectors de la construcció (disminució de les obres i de la circulació de camions), coincidint amb el període de vacances escolar, on es dona una disminució del transport escolar. Durant l'hivern, els nivells de fons poden augmentar a causa de la saladura de les carreteres i de la posada novament en suspensió de les partícules pel pas dels vehicles en les vies de circulació.



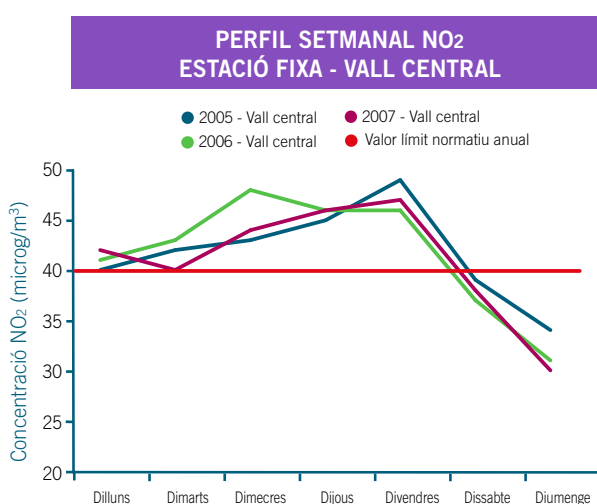
Cas del O₃

L'ozó prové de la transformació química en l'atmosfera d'alguns contaminants dits "primaris" (en particular els NO, NO₂ i els COV) sota l'efecte dels raigs solars. Per tant, aquest contaminant té un caràcter molt estacional centrat a la primavera i l'estiu a causa de les condicions meteorològiques favorables a la seva formació (màxims de radiació solar).

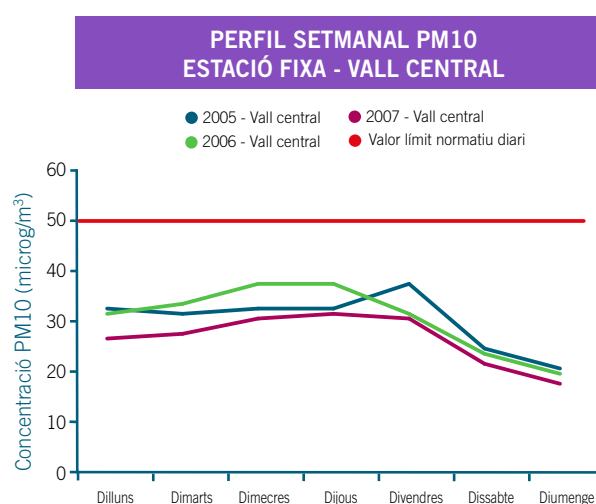
5.2. COMPORTAMENT SETMANAL

Els **perfils setmanals** il·lustren les variacions de les concentracions dels contaminants durant la setmana.

Cas del NO₂, el SO₂, el CO i les partícules



> Gràfic 48: Perfil setmanal del diòxid de nitrogen a la vall central



> Gràfic 49: Perfil setmanal de les PM₁₀ a la vall central

Els gràfics 48 i 49 il·lustren el comportament setmanal dels pol·luents NO₂ i PM₁₀. S'observa la mateixa tendència amb diferents amplituds per al SO₂ i el CO.

Cal destacar la notable disminució dels nivells d'immissió durant el cap de setmana a totes les estacions de mesura per als darrers tres anys. S'explica per l'alentiment de les activitats quotidianes per diferents sectors socioeconòmics (transport escolar, obres, repartidors, desplaçaments dels particulars ...).

En el cas del diòxid de nitrogen, els nivells que s'assoleixen durant el cap de setmana, a diferència dels dies laborables, se situen per sota del límit normatiu anual.

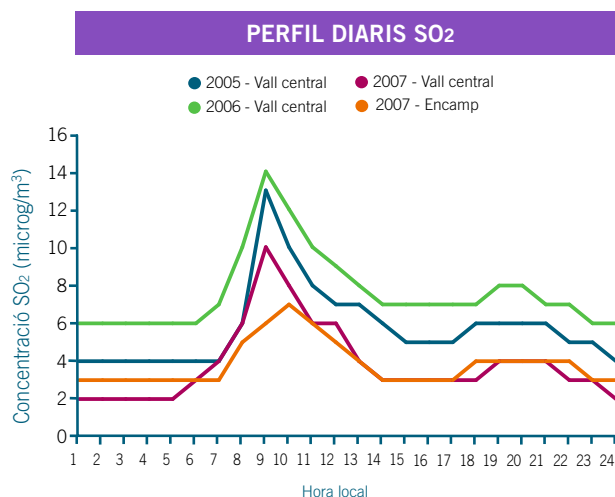
Cas del O₃

Els **perfils setmanals** de l'ozó no varien significativament durant la setmana entre els dies laborables i els caps de setmana.

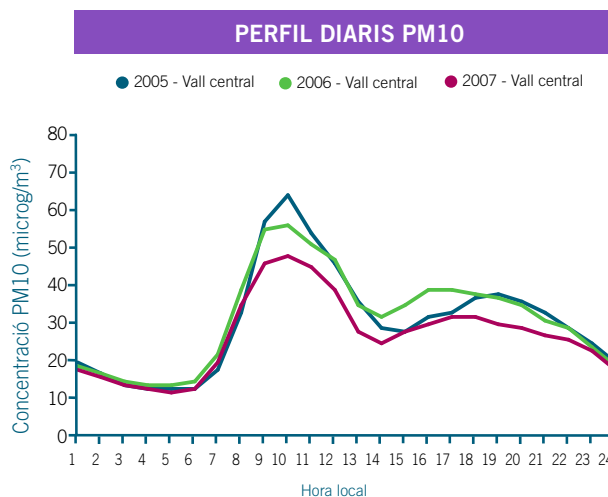
5.3. COMPORTAMENT DIARI

Els **perfiles diaris** il·lustren les variacions de les concentracions dels contaminants durant el dia.

Cas del NO₂, el SO₂, el CO i les PM



> Gràfic 50: Perfil diari del SO₂



> Gràfic 51: Perfil diari del PM10

Els gràfics 50 i 51 il·lustren l'evolució diària de les concentracions del diòxid de sofre i de les partícules PM10. S'observa la mateixa tendència amb diferents amplituds per a la resta de contaminants primaris mesurats (NO₂ i CO).

Cada dia, es registra durant el matí, un primer màxim més important de contaminació; al migdia, un mínim dels nivells de contaminació diürns; un segon màxim menys agut i important durant la tarda; i finalment una estabilització dels nivells durant la nit, on s'enregistren els nivells més baixos del dia.

Durant el matí, les concentracions augmenten progressivament fins a assolir un màxim al voltant de les 9.30 h i disminueixen de la mateixa manera fins al mínim diürn, que se situa al voltant de les 14 h. Durant la tarda, les concentracions s'incrementen lleugerament fins a assolir un nivell pràcticament constant.

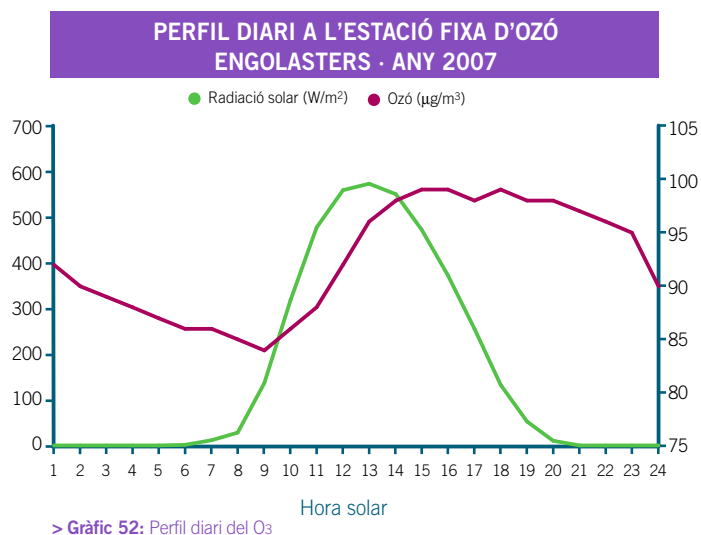
Al matí, aquest màxim correspon a l'inici de l'activitat humana en hores de difícil difusió dels contaminants (vent feble i estabilitat). A la tarda, on es donen unes condicions millors de difusió dels contaminants, l'augment dels nivells correspon principalment al trànsit de vehicles, a causa del retorn a la feina, cosa que s'enllaça amb la mobilització dels efectius del transport escolar i amb la finalització de la jornada laboral de forma esglaonada.

A les tardes podem parlar d'un increment sostingut de la concentració dels contaminants, que assoleixen un valor màxim a les 20 h (hora local).

Cas del O₃

Dels **perfils diaris** de l'ozó s'observa que, a diferència dels contaminants primaris, els màxims s'enregistren a partir del migdia. Aquest comportament és molt específic a aquest pol·luent i és diferenciable amb el dels contaminants primaris.

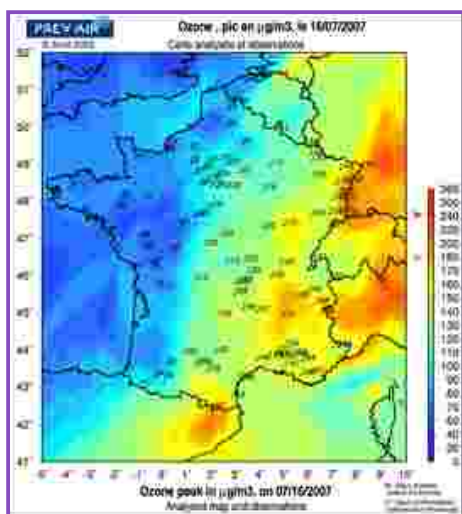
Durant el matí, amb l'augment de la radiació solar i de les emissions de NO, NO₂ i COV, s'incrementen progressivament els nivells d'ozó en zona periurbana fins a assolir generalment els nivells més importants a partir de les 15 h.



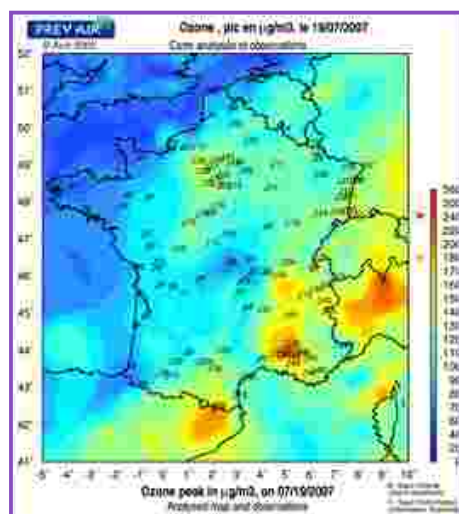
Malgrat que a partir del final de la tarda cessa la radiació, es continuen enregistrant nivells elevats d'ozó.

Durant la nit les concentracions d'ozó disminueixen progressivament i de forma constant fins a la matinada, en què es produeixen de nou les condicions favorables a la seva generació.

De fet, l'ozó té un abast regional, per tant, la formació d'ozó als països veïns contribueix a l'augment de les concentracions a Andorra.



> Mapa 12: Nivells ozó 16/7/08 (Font: Prevair)



> Mapa 13: Nivells ozó 19/7/08 (Font: Prevair)

Durant l'any 2006, quan es van registrar cinc superacions del llindar d'informació, l'augment de les concentracions s'havia produït amb anterioritat a Catalunya. Aleshores, la direcció del vent predominant afavoria la importació d'aquest contaminant.

Els mapes 12 i 13 il·lustren que durant el 2007 s'han enregistrat superacions del llindar d'informació en zones properes al nostre país i no se n'han enregistrat a Andorra.

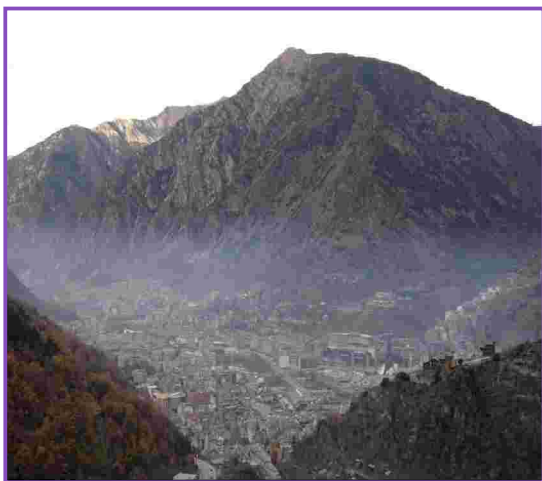
5.4. EPISODIS PARTICULARS

Cas d'inversió tèrmica a la vall central

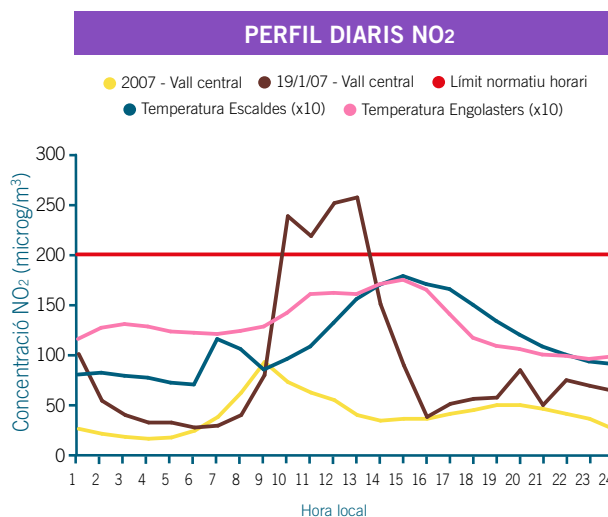
El gràfic 53 mostra la variació de les concentracions de diòxid de nitrogen del 19/1/07, dia d'inversió tèrmica, en relació amb la mitjana de les concentracions per a l'any 2007. També es visualitzen les variacions de temperatura entre el nucli urbà d'Escaldes-Engordany i Engolasters.

S'observa que entre la 1 i les 15 h del 19/1/07, la temperatura a Engolasters (cota alta, en rosa) és superior a la temperatura del nucli urbà d'Escaldes-Engordany (cota baixa, en blau). Es produeix una situació d'inversió tèrmica, en què una capa d'aire calent es troba per sobre d'una capa d'aire més fred. L'aire contaminat, que es dispersa cap amunt en situació normal de difusió, és bloquejat llavors per aquesta capa d'aire més calent, que actua com una tapadora tèrmica. Les concentracions al nucli urbà (en marró) augmenten considerablement per sobre dels límit horari de $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$, nivells que se situen molt per sobre dels nivells mitjans habituals per al 2007 (en groc).

Segons el gràfic, a partir de les 14 h, s'inverteix la situació, quan la capa d'aire fred es troba per sobre de la capa d'aire calent, es produeix llavors la dispersió dels contaminants i la disminució gradual de les concentracions de pol·luents a l'atmosfera.



> Imatge 19: Fotografia d'un dia d'inversió tèrmica a vall central



> Gràfic 53: Perfils diaris de diòxid de nitrogen

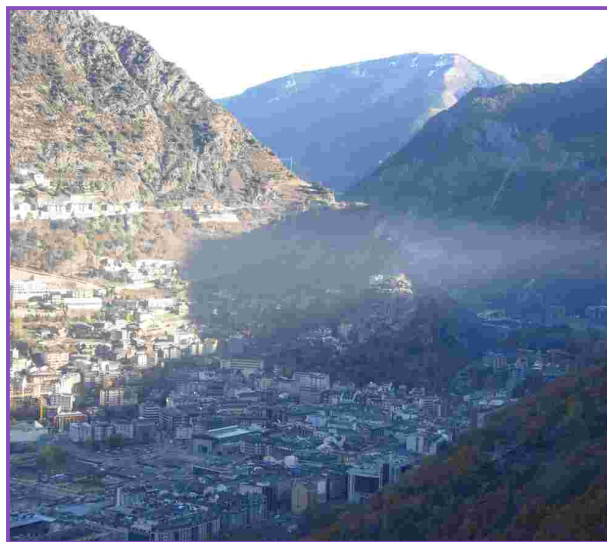
Aquesta situació particular d'inversió tèrmica es produeix habitualment a Andorra principalment durant l'hivern i la tardor, tal com il·lustra la representació dels percentatges de temps d'inversió tèrmica del gràfic 9.

Cas de nivells alts de partícules al nucli urbà d'Encamp

Aquesta situació observada a Encamp (imatge 20), on els nivells de partícules PM10 han estat superiors a l'habitual (vegeu perfils anuals dels gràfic 54), corrobora els alts nivells enregistrats per a l'any 2007 (vegeu apartat 4.4.3).

A qualsevol estació, de forma puntual, tal com il·lustra el gràfic 47, s'hi pot observar un episodi similar.

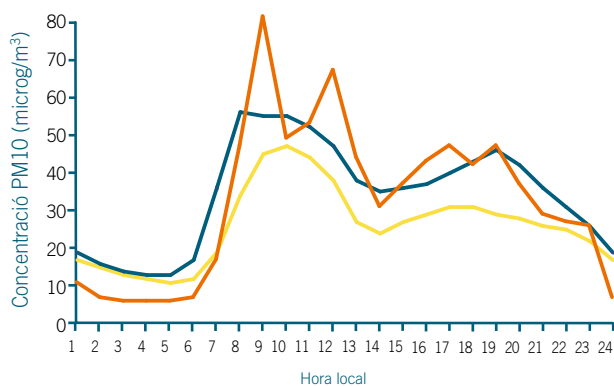
El gràfic 55 il·lustra un augment considerable de les partícules PM10 a la vall central el 19/1/07, a causa de les condicions atmosfèriques adverses per a la dispersió dels contaminants.



> Imatge 20: Fotografia del 11/4/07

PERFILS DIARIS PM10

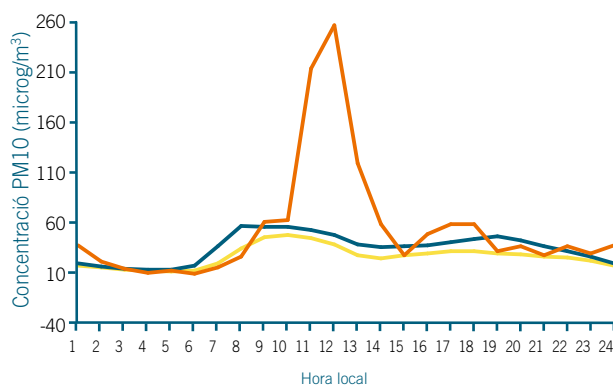
● 2007 - Vall central ● 2007 - Encamp ● 11/4/07 - Encamp



> Gràfic 54: Perfils diaris de partícules PM10

PERFILS DIARIS PM10

● 2007 - Vall central ● 2007 - Encamp ● 19/1/07 - Encamp



> Gràfic 55: Perfils diaris de partícules PM10

6- MODELITZACIONS

L'any 2007, dins del marc del conveni de col·laboració entre el Govern d'Andorra i l'associació independent Air Languedoc-Roussillon, s'han dut a terme dos estudis de modelització específics.

6.1. CONTAMINACIÓ DE PROXIMITAT AL TRÀNSIT

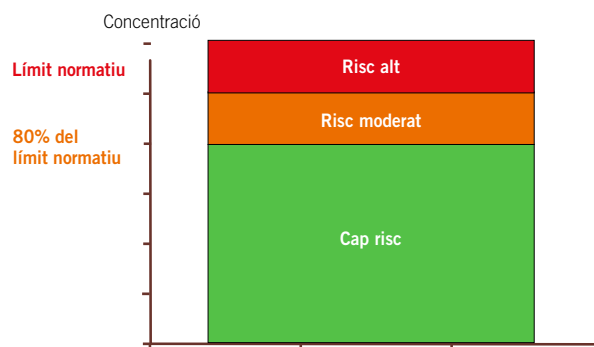
L'objectiu d'aquest estudi de modelització de la xarxa viària és avaluar les concentracions dels contaminants legistats a les proximitats del trànsit de les vies més importants de les parròquies d'Ordino i de la Massana.

Els resultats obtinguts per als diversos trams estudiats es classifiquen en tres categories:

Alt risc: el nivell és igual o superior al límit normatiu

Risc moderat: el nivell és entre el 0 i el 20% inferior al límit normatiu

Cap risc: el nivell és superior al 20% del límit normatiu



> Gràfic 56: Il·lustració de la classificació dels resultats

No obstant això, els resultats obtinguts no són absoluts i s'ha de considerar una incertesa de l'ordre del $\pm 25\%$ relativa al model de modelització.

El model STREET, utilitzat els anys anteriors en altres parròquies, es fa servir per modelar les concentracions de contaminants als carrers envoltats d'edificacions. S'hi introdueixen les dades de contaminació, les dades de mobilitat de vehicles, la meteorologia, la configuració i les característiques dels carrers i del trànsit de vehicles. Les concentracions obtingudes corresponen a la mitjana anual compresa entre 1,5 i 3,5 metres d'altura en relació amb la superfície de la voravia.

Resultats de l'estudi a la parròquia d'Ordino

A la taula següent es presenta el percentatge de la xarxa viària estudiada sobre la qual el risc, determinat per modelització, de sobrepassar el límit normatiu és alt o moderat:

ORDINO		
	RISC ELEVAT	RISC MODERAT
NO ₂	0%	0%
Benzè	0%	0%
PM10 (Valor límit de 20 µg/m ³)	68%	32%
PM10 (Valor límit de 40 µg/m ³)	0%	20%
CO	0%	0%
SO ₂	0%	0%

> Taula 26: Resultats per contaminants



Els trams modelitzats i els resultats obtinguts per als diferents contaminants estudiats es presenten en els gràfics següents:



> Mapa 14: Resultats cartogràfics d'Ordino

Les partícules PM10 són l'únic contaminant que presenta un risc de no respectar els nivells als carrers modelitzats. Per a la resta de contaminants el risc és feble. Cal notar que, d'acord amb la nova Directiva europea, el risc de no respectar els nivells de partícules PM10 es limita a la carretera general 3, en el tram entre la Clota Verda i la rotonda del Centre d'Interpretació de la Natura.

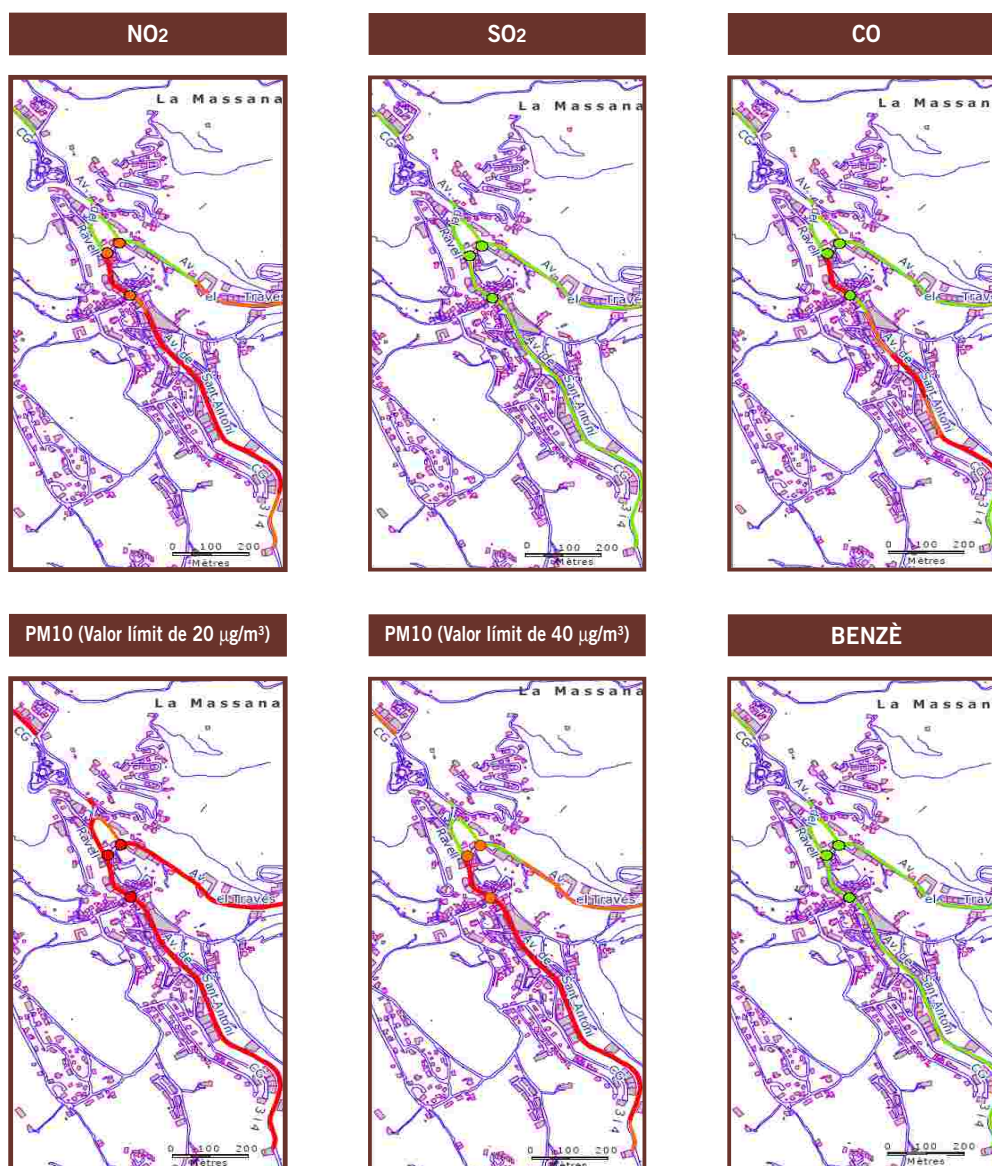
Resultats de l'estudi a la parròquia de la Massana

A la taula següent es presenta el percentatge de xarxa vària estudiada sobre la qual el risc, determinat per modelització, de sobrepassar el límit normatiu és alt o moderat:

Els trams modelitzats i els resultats obtinguts per als diferents contaminants estudiats es presenten en els gràfics següents:

LA MASSANA		
	RISC ELEVAT	RIC MODERAT
NO ₂	42%	29%
Benzè	0%	0%
PM10 (Valor límit de 20 µg/m ³)	95%	5%
PM10 (Valor límit de 40 µg/m ³)	49%	33%
CO	28%	13%
SO ₂	0%	0%

> Taula 27: Resultats per contaminants



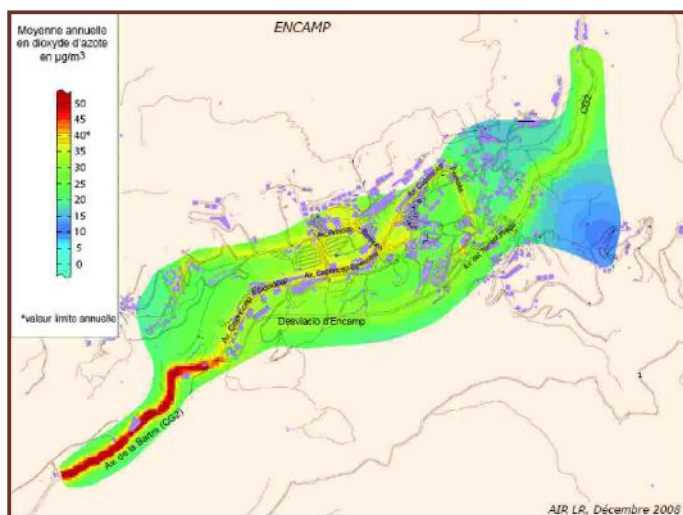
> Mapa 15: Resultats cartogràfics de la Massana

El benzè i el diòxid de sofre són els únics contaminants que no presenten cap risc de no respectar els nivells als carrers modelitzats. Per al monòxid de carboni el risc és més elevat i correspon al 41%. En el cas del diòxid de nitrogen i de les partícules, el risc de no respectar els nivells en els carrers modelitzats és més important i supera el 70%.

6.2. INTERPOLACIÓ DELS NIVELLS DE NO₂

L'objectiu d'aquest estudi d'interpolació dels nivells de diòxid de nitrogen (NO₂) és avaluar les concentracions d'aquest contaminant legislat pel que fa a una zona determinada sobre la base dels resultats dels mesuraments dels nivells de fons (xarxa automàtica i mostrejadors passius) i dels resultats de la modelització dels nivells de contaminació a proximitat del trànsit. La cartografia obtinguda disposa d'una incertesa important però il·lustra la repartició espacial de la contaminació de diòxid de nitrogen.

Resultats de l'estudi al nucli d'Encamp

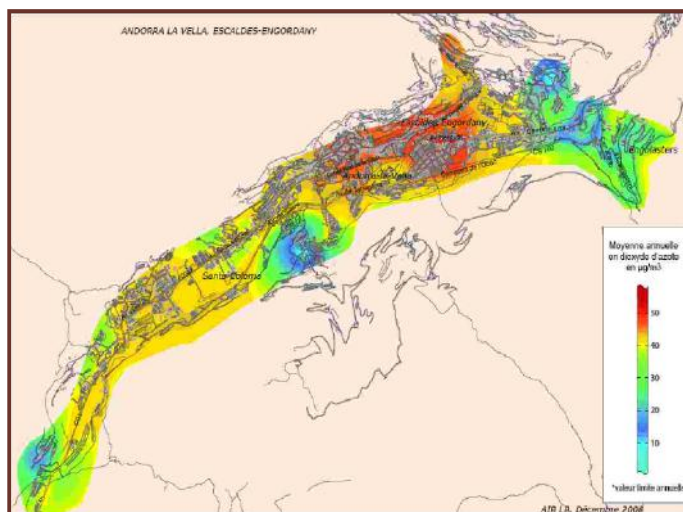


> Mapa 16: Resultats cartogràfics d'Encamp - Any 2007

A Encamp les concentracions obtingudes són variables. S'observa un màxim de contaminació a la zona de l'avinguda de la Bartra, a la carretera general número 2. A les avingudes Copríncep Episcopal i Príncep Benlloch les concentracions superen lleugerament el valor límit de 40 µg/m³. Lluny de les vies de circulació, les concentracions disminueixen progressivament fins a assolir nivells febles en zona periurbana.

Resultats de l'estudi a la vall central

A la vall central, parròquies d'Andorra la Vella i Escaldes-Engordany, les concentracions de diòxid de nitrogen de nivell de fons de la zona urbana se situen al voltant del límit normatiu.



> Mapa 17: Resultats cartogràfics a la vall central (Andorra la Vella i Escaldes-Engordany) - Any 2007

La contaminació deguda al trànsit de vehicles incrementa els nivells d'aquest contaminant en la majoria de les vies de circulació. Només s'enregistren nivells inferiors al límit normatiu en zones periurbanes, cotes més altes, on la influència dels nivells de trànsit disminueix significativament.

7- COMUNICACIÓ

L'estratègia de vigilància de la qualitat de l'aire inclou un programa destinat a la comunicació sobre la qualitat de l'aire a Andorra. Dins del marc dels objectius definits, es duen a terme accions comunicatives d'informació i de sensibilització dirigides a la població i als nens, com per exemple la campanya que es fa a l'estiu en col·laboració amb l'Agència de Mobilitat sota el lema de: *Ozó, frena'l*.

El treball de col·laboració realitzat juntament amb les escoles durant tot l'any té una repercussió molt directa en els alumnes que participen en diferents tallers interactius, on poden conèixer tots els problemes que comporta la vigilància de la qualitat de l'aire i les mesures a l'abast del ciutadà per millorar-la.

7.1. LA PÀGINA www.aire.ad

L'estratègia preveu disposar d'una pàgina web actualitzada a partir de l'any 2007 que permeti que el ciutadà pugui obtenir de forma progressiva els elements de vigilància de la qualitat de l'aire i protecció del medi atmosfèric.

En aquest sentit, el Govern d'Andorra va presentar el dia 22 de novembre del 2007 la pàgina www.aire.ad, amb l'objectiu de divulgar, en temps real, de la manera més àmplia i transparent possible les dades mesurades per les estacions automàtiques de vigilància de la qualitat de l'aire.

La pàgina posa a disposició de tot el públic una important eina de consulta en línia de l'índex de la qualitat de l'aire (IQA), de les dades proporcionades per la xarxa automàtica de vigilància de la qualitat de l'aire així com altres informacions obtingudes a partir de les dades dels estudis històrics. La pàgina disposa d'un enllaç directe amb la pàgina de l'Agència Europea de Medi Ambient, fet que permet visualitzar en temps reals els nivells d'ozó (contaminant regional) arreu d'Europa.



> Imatge 21: Pàgina web www.aire.ad

Amb l'objectiu de recollir i sintetitzar l'important nombre de dades per cada contaminant i cada estació de la xarxa automàtica de vigilància de qualitat de l'aire, s'ha creat un índex de qualitat de l'aire (IQA) que correspon al valor més desfavorable entre tots els contaminants enregistrats a les estacions de referència, que es posa a disposició del ciutadà mitjançant la pàgina web.

L'IQA atribuït a cada estació de vigilància de la qualitat de l'aire correspon al nivell més desfavorable dels cinc contaminants següents:

- Diòxid de nitrogen (NO₂)
- Ozó (O₃): índex corresponent a l'estació fixa d'ozó situada en zona periurbana
- Partícules inferiors a 10 micres (PM10)
- Monòxid de carboni (CO)
- Diòxid de sofre (SO₂)



Per cada contaminant s'estableixen, segons els referents europeus, els trams que queden reflectits en la taula següent i que corresponen als nivells normatius de protecció de la salut humana:

Valor de l'índex	Qualitat de l'aire	NO ₂ (µg/m ³)*	PM10 (µg/m ³ TEOM)**	O ₃ (µg/m ³)*	CO (mg/m ³ ***)	SO ₂ (µg/m ³)*
1	EXCEL·LENT	0-50	0-20	0-60	0-5	0-50
2	BONA	51-100	21-35	61-120	6-7,5	51-100
3	REGULAR	101-200	36-50	121-180	7,6-10	101-300
4	DEFICIENT	201-400	51-65	181-240	11-20	301-500
5	DOLENTA	>400	>65	>240	>20	>500

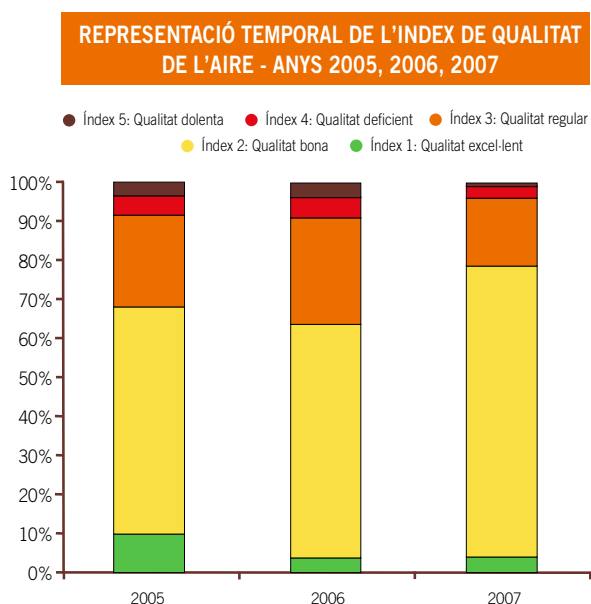
> Taula 28: Càlcul de l'IQA

*Basat en mitjana horària

**Basat en mitjanes 24-horàries

***Basat en mitjanes 8-horàries

Al gràfic següent es recullen els resultats dels tres últims anys de la distribució de l'IQA:

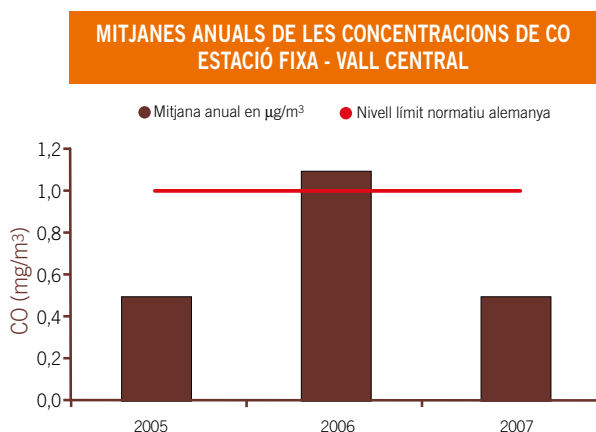


> Gràfic 58: Resultats anuals de l'IQA

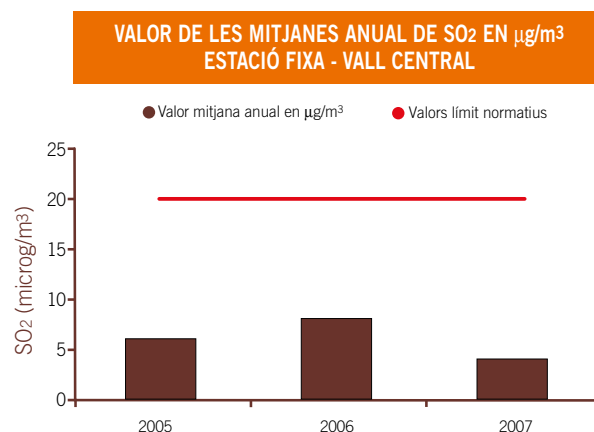
Segons l'IQA, la qualitat de l'aire en el conjunt dels últims tres anys ha estat, en percentatge durant l'any, de l'ordre de:

- Excel·lent o bona: 70% del temps
- Regular: 23% del temps
- Deficient o dolenta: 7% del temps

Globalment, l'índex corrobora la mateixa tendència observada per les concentracions d'alguns contaminants (gràfics 59 i 60), és a dir, un empitjorament dels nivells de contaminants l'any 2006 respecte al 2005 i al 2007, així com una millora de la qualitat de l'aire l'any 2007.



> Gràfic 59: Mitjana anual de CO a la vall central



> Gràfic 60: Mitjana anual de SO₂ a la vall central



7.2. ENQUESTA PÚBLICA

El Departament de Medi Ambient va sol·licitar la col·laboració de l'Institut d'Estudis Andorrans per realitzar una enquesta pública sobre la percepció dels ciutadans sobre el medi ambient. Els resultats principals de l'enquesta de la tardor del 2007 en l'àmbit de l'aire han estat que prop d'un 50% de la població qualifica la qualitat de l'aire a Andorra com a “bona” o “molt bona”, mentre que un 34% la qualifica com a “regular” i un 15% com a “dolenta” o “molt dolenta”.

L'entrada en funcionament de la pàgina web aire.ad i les campanyes de comunicació permeten informar els ciutadans sobre els nivells reals i les causes de contaminació. Caldrà, per tant, dur a terme de nou una enquesta durant els propers anys amb l'objectiu de valorar les inquietuds i les percepcions dels ciutadans en l'àmbit de la qualitat de l'aire.



8- CONCLUSIONS

8.1. GENERALITAT

L'aire constitueix el primer dels elements necessaris per a la vida. Cada dia uns 14.000 litres d'aire circulen per les nostres vies respiratòries.

El ser humà introdueix mitjançant diverses fonts dins l'atmosfera substàncies que tenen conseqüències perjudicials per a la salut i el medi ambient.

Els efectes de la contaminació de l'aire es manifesten a tots els nivells: a l'interior dels locals, a escala local (ambients urbans i industrials), a escala nacional i continental (contaminació fotoquímica per l'ozó, pluges àcides...) i a escala planetària (efecte hivernacle, forat de la capa d'ozó...). L'Organització Mundial de la Salut (OMS) diu que 3 milions de persones moren cada any al món com a conseqüència de la contaminació atmosfèrica, mentre que 1 milió mor en accident de cotxe.

La qualitat de l'aire depèn en gran mesura de les emissions i de les condicions meteorològiques que es donen en un entorn determinat i que poden afavorir la dispersió dels contaminants o bé al contrari, concentrar-los en un àrea particular. Els períodes anticiclònics, caracteritzats per un temps tranquil, amb un vent feble, acompanyats sovint d'una inversió tèrmica durant l'hivern, dificulten la dispersió dels contaminants i per tant, n'augmenta la concentració.

El balanç de l'estat de la qualitat de l'aire que es presenta en aquest document recull els resultats dels mesuraments duts a terme durant l'any 2007 i els compara amb els nivells normatius o de referència disponibles. L'informe també presenta l'evolució de les concentracions dels contaminants durant els anys 2005-2006-2007 i estudia localment els nivells de certs contaminants.

Els resultats de l'estudi posen de manifest el marcat **caràcter estacional** de la majoria dels contaminants primaris i especialment del contaminant secundari (l'ozó). També s'observen variacions significatives de les concentracions entre els dies laborables i els caps de setmana, així com entre les diferents hores del dia.

Certs contaminants assoleixen els seus nivells més alts d'immissió en **zones urbanes** afectades directament pel **trànsit** amb una configuració poc favorable a la **dispersió** dels pol·luents.

Dels resultats de mesurament a l'estació fixa de la vall central, representativa dels nivells de fons de les parròquies d'Andorra la Vella i Escaldes-Engordany, i a l'estació mòbil ubicada al nucli urbà d'Encamp, es conclou que:

a) Es compleixen els valors límit o de referència per als pol·luents següents:

- El diòxid de sofre (SO₂)
- El benzè (C₆H₆)
- El monòxid de carboni (CO)
- Els metalls (Pb, As, Cd, Ni, Hg, Cr i Mn)
- Les partícules PM_{2,5}
- Les dioxines i els furans

b) S'incompleixen els valors límit o de referència per als pol·luents següents:

- L'ozó (O₃)
- Les partícules PM₁₀ (es compleixen els valors límit fixats per la normativa europea a la vall central i a zones altres que la zona sud del nucli urbà d'Encamp)
- El diòxid de nitrogen (es compleixen al nucli urbà d'Encamp)

Els mesurament mitjançant els mostrejadors passius de diòxid de nitrogen complementen geogràficament els resultats de la forma següent:

- **Estacions properes al trànsit:** incompliment del límit normatiu i al voltant del límit normatiu per a les parròquies d'Encamp (el Pas de la Casa no s'hi inclou), la Massana, Andorra la Vella, Sant Julià de Lòria i Escaldes-Engordany.
- **Estacions periurbanes:** compliment del valor límit anual a totes les parròquies estudiades.
- **Estacions urbanes:** compliment del valor límit anual a Ordino, la Massana i Encamp; nivells al voltant del límit a Sant Julià de Lòria i incompliment dels límits a la vall central.

L'anàlisi de l'**evolució de les concentracions** dels darrers tres anys posa de manifest una estabilització o millora dels nivells de qualitat de l'aire per a tots els contaminants, a excepció dels nivells urbans de diòxid de nitrogen a Sant Julià de Lòria i dels nivells urbans de benzè al nucli urbà d'Encamp, que tendeixen a augmentar lleugerament.

8.2. Taula de Resultats

PARÀMETRE	ZONA	MITJANS DE MESURA	PARRÒQUIA	TIPUS DE LLOC	RESULTATS 2007 EN RELACIÓ AMB ELS VALORS NORMATIUS	TENDÈNCIA DE 3 ANYS
Diòxid de nitrogen NO ₂	Vall central	1 estació fixa 23 mostrejadors passius	Andorra la Vella	Periurbà	Compliment del valor límit anual	ND
				Urbà	Compliment del valor límit anual Incompliment del valor límit horari	=
				Trànsit	Incompliment del valor límit anual	↓
			Escaldes-Engordany	Periurbà	Compliment del valor límit anual	=
				Urbà	Compliment del valor límit anual Incompliment del valor límit horari	
				Trànsit	Incompliment del valor límit anual	
	Vall oriental	1 estació mòbil 12 mostrejadors passius	Encamp	Periurbà	Compliment del valor límit anual	↓
				Urbà	Compliment dels valors límit anual i horari	
				Trànsit	Al voltant del valor límit anual	
	Vall nord	32 mostrejadors passius	Ordino	Periurbà	Compliment del valor límit anual	ND
				Urbà		
				Trànsit	Al voltant del valor límit anual	
			La Massana	Periurbà	Compliment del valor límit anual	
				Urbà		
				Trànsit	Incompliment del valor límit anual	
	Vall sud	12 mostrejadors passius	Sant Julià de Lòria	Periurbà	Compliment del valor límit anual	=
				Urbà	Al voltant del valor límit anual	↑
				Trànsit	Incompliment del valor límit anual	↓
Diòxid de sofre SO ₂	Vall central	1 estació fixa	Andorra la Vella i Escaldes-Engordany	Urbà	Compliment de tots els valors límit	↓
	Vall oriental	1 estació mòbil	Encamp			ND
Monòxid de carboni CO	Vall central	1 estació fixa	Andorra la Vella i Escaldes-Engordany	Urbà	Compliment del valor límit anual	=
	Vall oriental	1 estació mòbil	Encamp			ND

LLEGENDA: ↑ Tendència a l'alça = Estabilitat ↓ Tendència a la baixa ND No disponible



PARÀMETRE	ZONA	MITJANS DE MESURA	PARRÒQUIA	TIPUS DE LLOC	RESULTATS 2007 EN RELACIÓ AMB ELS VALORS NORMATIUS	TENDÈNCIA DE 3 ANYS	
Partícules PM10	Vall central	1 estació fixa 3 captadors de volum	Andorra la Vella	Periurbà	Compliment del valor límit anual	=	
				Urbà	Incompliment dels valors límit andorrans anual i diari Compliment dels valors límit europeus	↓	
				Trànsit	Incompliment del valor límit anual	=	
			Escaldes-Engordany	Urbà	Incompliment dels valors límit andorrans Compliment dels valors límit europeus	↓	
	Vall oriental	1 estació fixa 1 captador de volum	Encamp		Incompliment dels valors límit anual i diari en la zona sud de la parròquia Compliment en les altres zones urbanes	ND	
Partícules PM2,5	Vall central	1 estació mòbil	Andorra la Vella i Escaldes-Engordany	Urbà	Compliment del valor límit europeu	=	
	Vall oriental		Encamp			ND	
Ozó O3	Vall central	1 estació mòbil	Escaldes-Engordany	Periurbà	Incompliment dels valors objectius Cap ultrapassament dels llindars d'informació i alerta a la població	=	
				Urbà			Compliment dels valors objectius Cap ultrapassament dels llindars d'informació i alerta a la població
	Vall oriental	1 estació mòbil	Encamp	Periurbà			
				Urbà			
Benzè C6H6	Vall central	22 mostrejadors passius	Andorra la Vella	Urbà	Compliment del valor límit anual	↓	
				Trànsit		Escaldes-Engordany	Urbà
			Trànsit	Encamp			Urbà
			Trànsit			Urbà	↓
	Vall oriental	12 mostrejadors passius	Encamp	Urbà		ND	
				Trànsit			
	Vall nord	32 mostrejadors passius	Ordino	Urbà			ND
				Trànsit			
			La Massana	Urbà		Trànsit	
				Urbà			
	Vall oriental	12 mostrejadors passius	Sant Julià de Lòria	Urbà		↓	
				Trànsit			
Metalls en suspensió Pb, As, Cd, Ni, Hg, Cr i Mn	Vall central	1 captador d'alt volum 2 captadors de baix volum	Andorra la Vella	Industrial	Compliment del valor límit anual pel Pb Compliment dels valors objectius europeus pel Cd, Ni i As Hg, Cr i Mn sense valor límit normatiu	=	
				Trànsit			
	Vall oriental	1 captador d'alt volum	Escaldes-Engordany	Urbà		ND	
							Encamp
Metalls en deposició Pb, As, Cd, Ni, Hg, Cr i Mn	Vall central	7 galgues de deposició	Andorra la Vella	Industrial	Sense valor límit normatiu.	=	
				Trànsit			
			Escaldes-Engordany	Periurbà			Urbà
	Encamp						
Dioxines i furans	Vall central	7 galgues de deposició	Andorra la Vella	Industrial	Sense valor límit normatiu. Compliment dels valors de referència	=	
				Trànsit		Urbà	↓
			Escaldes-Engordany	Periurbà			=
	Encamp			Urbà			ND

LLEGGENDA: ↑ Tendència a l'alça = Estabilitat ↓ Tendència a la baixa ND No disponible

8.3. COMPORTAMENT I EVOLUCIÓ DELS CONTAMINANTS

Cas dels contaminants primaris

Òxids de nitrogen (NO_x)

Els nivells d'immissió d'aquest pol·luent estan directament relacionats amb la combustió incompleta de combustibles d'origen fòssil.

A la vall central, cal destacar que la mitjana anual del diòxid de nitrogen mesurada a l'estació fixa de la vall central és igual al valor normatiu i inferior d'1 µg/m³ en relació amb els dos anys anteriors (es considera com a estable). En canvi, les superacions horàries del llindar de 200µg/m³ són de més de tres vegades superiors al límit normatiu i han augmentat els darrers tres anys. No obstant això, durant els mateixos anys no s'ha enregistrat cap superació del llindar d'alerta a la població de 400 µg/m³.

Durant l'any 2007, l'estació mòbil de vigilància de la qualitat de l'aire s'ha situat al **nucli urbà d'Encamp**. A diferència de la vall central, els nivells mesurats compleixen tots els llindars normatius per al diòxid de nitrogen.

La **xarxa manual** de mostrejadors complementa les mesures dutes a terme per les estacions en automàtic i confereix un caràcter més extensiu en l'espai respecte a la xarxa automàtica. Els resultats obtinguts mitjançant la xarxa manual de mostrejadors passius són coherents en relació amb la xarxa automàtica.

Per tant, el valor límit mitjà anual de NO₂ de 40 µg/m³ no es respecta en les estacions properes al trànsit. En les estacions urbanes de la vall central i sud s'enregistren nivells propers al límit normatiu mentre que a les de la vall nord (Ordino i la Massana) i al nucli urbà d'Encamp els nivells són inferiors. En zona periurbana es respecta el límit normatiu a tot el país.

De l'estudi de l'**evolució estacional** es pot afirmar que les concentracions de diòxid de nitrogen durant els mesos de tardor i hivern són superiors en relació amb la resta d'estacions de l'any i al límit normatiu anual.

De l'anàlisi de les concentracions **setmanals**, cal destacar-ne la notable disminució dels nivells d'immissió durant el cap de setmana a totes les estacions de mesura per als darrers tres anys.

Cada dia, es registra durant el matí, un primer màxim més important de contaminació; al migdia, un mínim dels nivells de contaminació diürns, un segon màxim menys agut i important durant la tarda; i finalment, una estabilització dels nivells durant la nit, on s'enregistren els nivells més baixos del dia.

L'objectiu d'aquest estudi de modelització de la xarxa viària és avaluar les concentracions dels contaminants legistats.

Els resultats de l'estudi de **la modelització** dels nivells d'immissió a proximitat del trànsit de les vies més importants de les parròquies d'Ordino i de la Massana són:

- Ordino: per al NO₂ el risc de no respectar els nivells als carrers modelitzats és feble.
- La Massana: el risc de no respectar els nivells és del 71%.



Diòxid de sofre (SO₂)

Atès que l'origen del SO₂ es troba en la combustió dels combustibles fòssils, com el carbó i el petroli.

Els nivells d'immissió mesurats a la **vall central** estan clarament per sota dels valors reglamentats i han disminuït els darrers tres anys. Per al 2007, al **nucli d'Encamp** es compleixen també tots els límits normatius.

De l'estudi de l'**evolució estacional** es pot afirmar que les concentracions de diòxid de sofre es comporten, amb diferents amplituds, igual que les del NO₂, és a dir, que durant els mesos de tardor i hivern són superiors en relació amb la resta d'estacions de l'any. També, les evolucions **diària i setmanal** de les concentracions de diòxid de sofre són comparables amb les del diòxid de nitrogen, amb una clara disminució dels nivells durant el cap de setmana.

Cal remarcar que a causa de les condicions climàtiques d'Andorra, l'ús majoritari del gasoli com a combustible per a la calefacció durant l'hivern implica un augment de les concentracions de diòxid de sofre a l'atmosfera. No obstant això, el gasoli utilitzat és el de locomoció, que disposa d'un contingut menor en sofre respecte al gasoli de calefacció utilitzat en els països veïns.

La modelització dels nivells d'immissió a les proximitats del trànsit de les vies més importants de les parròquies d'Ordino i de la Massana revela que les vies estudiades no presenten cap risc de no respectar els nivells normatius.

El monòxid de carboni (CO)

Durant els darrers tres anys, el màxim 8-horari per al monòxid de carboni a la vall central ha estat prop d'un 80% inferior al valor normatiu. La campanya de mesurament l'any 2007 al nucli d'Encamp revela valors similars.

Cal remarcar un cert caràcter estacional, ja que els nivells d'immissió del CO incrementen lleugerament a la tardor fins a la primavera i segueixen un paral·lelisme amb el comportament del NO₂ i del SO₂.

Les partícules

PARTÍCULES PM₁₀

Es tracta d'un contaminant que està condicionat per fonts d'emissió antropogèniques (trànsit de vehicles o els moviments de terres) i fonts d'emissió naturals.

A la vall central, durant els darrers tres anys, no es compleixen els límits normatius andorrans sobre la mitjana anual i sobre el nombre màxim de superacions de límit diari.

Cal remarcar que tots els nivells enregistrats compleixen els valors límit normatius fixats per la nova **Directiva europea** del 21 de maig del 2008, que fixa en 40 µg/m³ el límit anual per a les partícules PM₁₀ i s'allunya dels 20 µg/m³ que es van estipular en la Directiva de l'any 1999/30/CE com a objectiu per a l'any 2010, fonament del reglament andorrà. El nou nombre màxim de superacions de la concentració diària 50 µg/m³ és de 35.



Per al 2007, els nivells mitjans anuals i el nombre de superacions enregistrats a l'estació fixa de la vall central són inferiors respecte als anys 2005 i 2006, d'un 15 i 55% respectivament.

Durant la campanya amb l'estació mòbil, la mitjana anual mesurada al nucli d'Encamp, malgrat que és un 30% superior a la de la vall central, també se situa entre els límits normatius andorrans i europeus. El nombre de superacions del límit diari triplica el nombre de superacions enregistrades a la vall central.

Davant aquests resultats, s'ha instal·lat un mesurament addicional de partícules a sobre del Centre de Salut de la parròquia. Dels resultats es conclou que els valors elevats de partícules no afecten la totalitat del nucli urbà d'Encamp i que només es veu afectada la zona sud, més propera a unes potencials fonts d'emissió. Es preveu dur a terme properament nous mesuraments de partícules a Encamp per tal de seguir l'evolució d'aquest contaminant i proposar, si escau, mesures per la millora de la qualitat de l'aire.

La **xarxa manual** complementa en l'àmbit espacial les dades de la xarxa automàtica. Els valors obtinguts en les campanyes realitzades són coherents en relació amb la xarxa automàtica.

De la representació dels **màxims horaris** de partícules PM10, s'observa que els nivells d'aquest contaminant no responen a un comportament típicament estacional. Cal destacar que hi ha una disminució dels nivells durant el mes d'agost i a mitjan desembre i mitjan gener. Aquestes davallades dels nivells es poden explicar per un alentiment dels sectors de la construcció, coincidint amb el període de vacances escolars, on es dona una disminució del transport escolar.

Durant el **cap de setmana** s'assoleixen valors propers o inferiors al límit normatiu anual. Aquest fet s'explica per l'alentiment de les activitats quotidianes per diferents sectors socioeconòmics (transport escolar, obres, repartidors, desplaçaments dels particulars ...).

Cada dia, s'observa, com per al diòxid de nitrogen, un primer màxim important de contaminació als voltants de les 9 h (hora local) i un segon màxim menys agut i important durant la tarda.

La modelització dels nivells d'immissió a les proximitats del trànsit de les vies més importants de les parròquies d'Ordino i de la Massana revela que les vies estudiades presenten un risc de no respectar els nivells normatius de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en totes les vies estudiades. No obstant això, en base al límit anual de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, el risc és del 20% a Ordino i del 82% a la Massana.

PARTÍCULES PM2,5

La nova **Directiva europea** del 21 de maig del 2008, fixa un valor límit de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i valors objectius de les partícules PM2,5. La legislació andorrana no regula actualment els nivells límit per a aquests contaminants. Durant els tres anys s'han dut a terme campanyes de mesurament dels nivells de partícules PM2,5, particularment a l'estació fixa de referència de la vall central. El nivell anual avaluat se situa al voltant del 50% del límit europeu.



El benzè (C₆H₆)

És l'únic dels compostos orgànics volàtils que té reglamentat el seu nivell d'immissió.

Els resultats del benzè provenen dels mesuraments de la xarxa manual de mostrejadors passius. Per a totes les parròquies, totes les mitjanes anuals de benzè mesurades en estacions periurbanes, urbanes i trànsit estan per sota del valor límit normatiu de 5 µg/m³. Els nivells urbans són un 64% inferiors a aquest valor. Globalment, els nivells per al 2007 són inferiors als de les campanyes anteriors.

Els metalls

Els metalls provenen de la combustió del carbó, del petroli i d'alguns procediments industrials particulars. Es retroben generalment al nivell de les partícules.

SUSPENSÍO

Tots els nivells de plom, d'arsènic, de cadmi i de níquel estan molt per sota dels límits normatius.

El valor objectiu normatiu per al plom està definit en la legislació andorrana del 2002. Els valors per a altres metalls estan fixats a la Directiva europea del 2004, posterior a la publicació del reglament andorrà.

Dins del marc de la vigilància del Centre de Tractament de Residus s'han dut a terme mesuraments del crom total i del manganès, metalls que no disposen de valor normatiu. Els resultats obtinguts són del mateix ordre que els mesurats els anys anteriors.

Tots els nivells dels metalls són del mateix ordre durant els tres darrers anys i en el cas dels metalls legisllats sempre es troben molt per sota dels valors objectius normatius.

DEPOSICIONS

Els resultats de mercuri estan per sota del límit de detecció. Per a tots els altres contaminants s'observa un increment de les concentracions en zones urbanes respecte als valors de les zones periurbanes, a excepció del cadmi, que se situa al voltant del límit de detecció. Els valors són coherents amb els anys anteriors.

Les dioxines i furans

L'origen d'aquests contaminants és, en general, fruit de les combustions incompletes.

Dins del marc de la vigilància del Centre de Tractament de Residus s'han dut a terme mesuraments de les dioxines i furans en zones periurbanes, urbanes i properes a la instal·lació.

Tots els valors obtinguts estan per sota dels nivells de referència periurbans. S'enregistren nivells similars per als anys 2006 i 2007, que són inferiors als valors obtinguts l'any 2005.

Cas del contaminant secundari

L'ozó (O₃)

L'ozó es forma a partir de contaminants primaris en presència de radiació solar i els seus nivells màxims s'enregistren als afores dels nuclis urbans, lluny de les fonts d'emissió; té un abast regional envers els altres contaminants primaris, que tenen un origen i una repercussió més locals.

S'incompleixen els nivells de qualitat de l'aire relatius a l'ozó. Concretament, el nombre de dies de superació de les mitjanes 8-horàries de 120 µg/m³ és un 50% més alt que el valor objectiu.

La mitjana anual d'ozó és lleugerament superior l'any 2007 respecte al 2006. No obstant això, el màxim de les mitjanes 8-horàries és inferior l'any 2007 (també en relació amb el 2005).

Aquest contaminant té un **caràcter estacional** centrat a la primavera i a l'estiu a causa de les condicions meteorològiques favorables a la seva formació (màxims de radiació solar). Dels perfils diaris de l'ozó s'observa que, a diferència dels contaminants primaris, els màxims s'enregistren a partir del migdia.

Ultrapassaments dels llindars d'avís a la població

Durant l'any 2007 no s'ha enregistrat cap superació dels llindars d'informació i d'alerta a la població.

Durant els darrers tres anys s'han enregistrat superacions del llindar d'informació a la població l'any 2006 i no s'ha produït cap superació del llindar d'alerta a la població.

Estudis

- Durant l'any 2007, s'han comparat els resultats de l'estació mòbil d'ozó situada al periurbà d'Encamp (Cortals d'Encamp) a la vall oriental, respecte als de l'estació fixa d'ozó ubicada al periurbà de la vall central (Engolasters). Els nivells d'ozó a Encamp tenen la mateixa tendència i són lleugerament inferiors respecte a l'estació fixa d'ozó d'Engolasters. Per tant, l'estació d'ozó d'Engolasters és representativa del comportament d'aquest contaminant i enregistra els nivells més desfavorables de les dues valls.
- Els resultats obtinguts són coherents en relació amb els resultats enregistrats per les xarxes de vigilància dels països veïns, concretament d'Air Languedoc-Roussillon i de la Generalitat de Catalunya, així com amb els resultats de l'informe *Air pollution by ozone across Europe during summer 2007*, publicat per l'Agència Europea de Medi Ambient (EEA).



8.4. PERSPECTIVES

Durant l'any 2008 es continuaran duent a terme les accions previstes per assolir els objectius definits a l'estratègia de vigilància, comunicació i protecció del medi atmosfèric, aprovada el desembre del 2006 pel Govern d'Andorra.

Quant als mesuraments de la xarxa automàtica de vigilància de la qualitat de l'aire, es durà a terme la campanya prevista a la parròquia de la Massana. Pel que fa a la xarxa manual, l'any 2008 serà el primer any en què es disposarà de mesuraments de diòxid de nitrogen i de benzè a totes les parròquies d'Andorra, i es cobrirà així el 100% de la població del país. També es continuaran els estudis de modelització.

L'entrada en funcionament de la pàgina web aire.ad, que informa en temps real sobre els nivells de qualitat de l'aire d'Andorra i les campanyes de comunicació (ex: campanya als panells de mobilitat *Ozó, frena'l* permeten comunicar sobre les concentracions reals i les causes de contaminació, amb l'objectiu de conscienciar sobre la necessitat d'un esforç col·lectiu per tal de millorar la qualitat del nostre aire.

Des de l'entrada en vigor del Reglament de control de la contaminació atmosfèrica, l'any 2002, s'han publicat en l'àmbit europeu la Directiva 2004/107/CE del 15 de desembre del 2004 relativa a l'arsènic, el mercuri, el níquel i els hidrocarburs policíclics aromàtics a l'aire ambient, i la Directiva 2008/50/CE del 21 de maig del 2008, relativa a la qualitat de l'aire ambient i de l'aire pur per Europa, que modifiquen o complementen els valors dels nivells d'immissió, i introdueixen també uns nous objectius i unes noves perspectives sobre la vigilància de la qualitat de l'aire.

Així mateix, esdevé necessari l'anàlisi de la normativa andorrana amb l'objectiu d'estudiar les divergències actuals en relació amb la nova legislació europea en matèria de vigilància de la qualitat de l'aire i de proposar-ne, si escau, l'adequació.





Medi Ambient
govern d'Andorra

www.mediambient.ad

www.aire.ad