



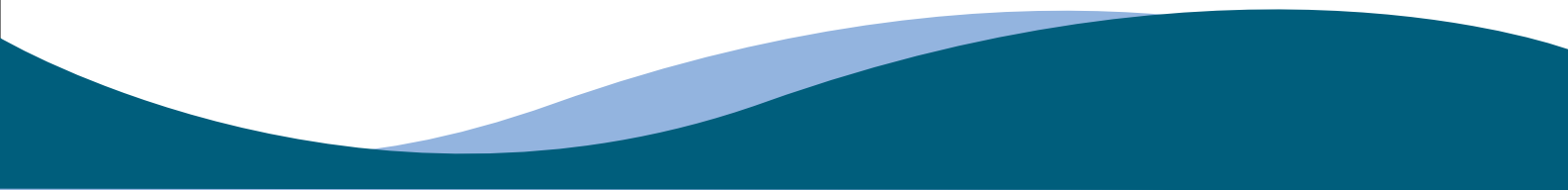
Govern d'Andorra

LA QUALITAT DE
L'AIRE A ANDORRA
Anys 2005-2006



Medi Ambient

govern d'andorra



> ÍNDEX

1. INTRODUCCIÓ	2
2. DISPOSITIUS DE VIGILÀNCIA	8
2.1- Xarxa automàtica	8
2.2- Xarxa manual	9
2.3- Zonificació i punts de mesurament	10
3. METEOROLOGIA	13
3.1- Temperatura i pluviometria	13
3.2- Direcció i velocitat del vent	14
3.3- Estabilitat atmosfèrica	15
4. RESULTATS PER CONTAMINANTS	17
4.1- Òxids de nitrogen (NO _x)	17
4.2- Diòxid de sofre (SO ₂)	28
4.3- El monòxid de carboni (CO)	34
4.4- Partícules	40
4.5- L'ozó (O ₃)	50
4.6- El benzè (C ₆ H ₆)	57
4.7- Els metalls	62
4.8- Les dioxines i els furans	63
5. CONCLUSIONS	64
5.1- Comparació amb els límits normatius	64
5.2- Comportament i evolució dels contaminants	65
5.3- Perspectives	70

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, d'huracans, 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 són emesos a l'atmosfera els contaminants, 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 que, 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 necessàriament 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 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.

Són els nivells d'immissió o de qualitat de l'aire 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, corresponents a la legislació europea, els nivells d'informació i d'alerta a la població.

El Govern d'Andorra va aprovar, en data 6 de desembre de 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 pels 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 principals finalitats d'aquest pla són les següents:

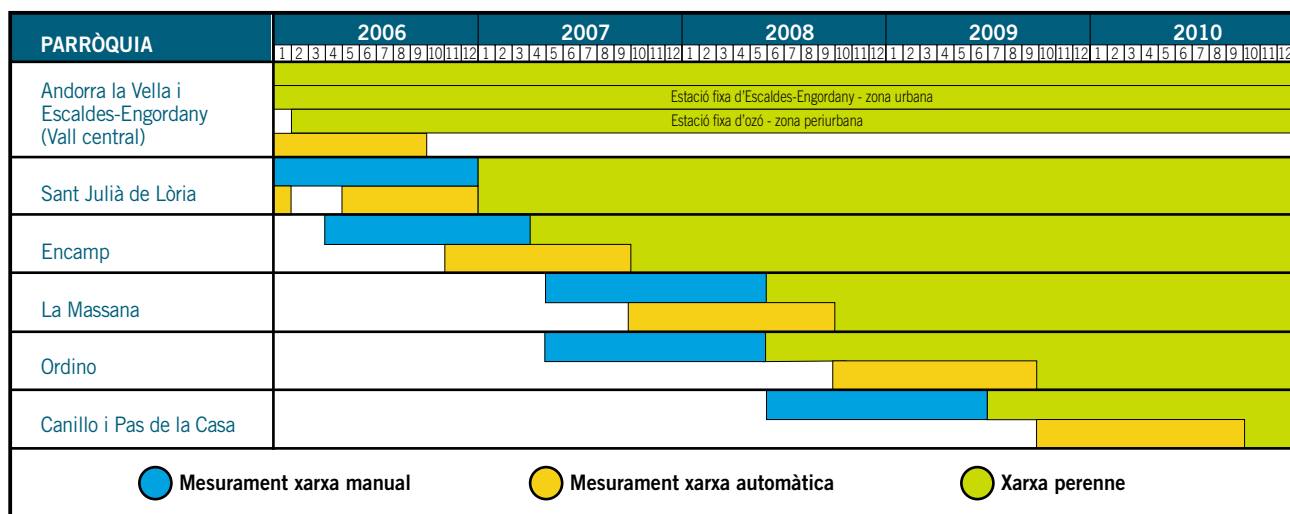
- Definir les orientacions per vigilar, informar, prevenir i reduir els nivells de contaminació atmosfèrica segons els objectius de qualitat de l'aire definits per la Unió Europea.
- Vigilar en continu la qualitat de l'aire als nuclis de densitat de població més alta i definir un programa progressiu 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 a diari 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 llindars de protecció de la salut de les persones.

La mesura de les concentracions dels contaminants primaris i secundaris es preveu realitzar-la de forma progressiva a totes les parròquies mitjançant les xarxes manuals i automàtiques per tal de 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 realitzar seguint els **procediments tècnics** establerts a escala europea i garantint el mínim exigint de dades fiables.

A fi d'ubicar 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 ubicar 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 i/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 pels 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 a partir d'uns llindars mínims (a partir dels quals s'han de combinar les mesures i la modelització) i d'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 MÍNIM (µg/m³)	LLINDAR MÀXIM (µg/m³)
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 superior 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).



No obstant això, la normativa europea estableix que per a un nivell de concentracions superior 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 d'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 24 hores	350 125	< 24 < 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 1 any civil	200 40	< 18
		Alerta	3 hores	400	
	NO _x =NO+NO ₂	Vegetació	1 any civil	30	
PARTÍCULES	PM10	Salut humana	24 hores 1 any civil	50 20	< 7
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 ₆ H 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 NO₂, SO₂ i 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 2004/107/CE del Parlament Europeu publicada amb posterioritat al Reglament andorrà defineix els límits per a arsènic, cadmi, mercuri i níquel en l'aire ambient. El mesurament d'aquests contaminants 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.

Aquest document recull el tractament i l'anàlisi de les dades recollides per la xarxa de vigilància de la qualitat de l'aire del Govern d'Andorra en el bienni 2005-2006. Té per objecte comparar els valors mesurats i/o avaluats amb la legislació vigent.



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 que 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

Ubicació: variable

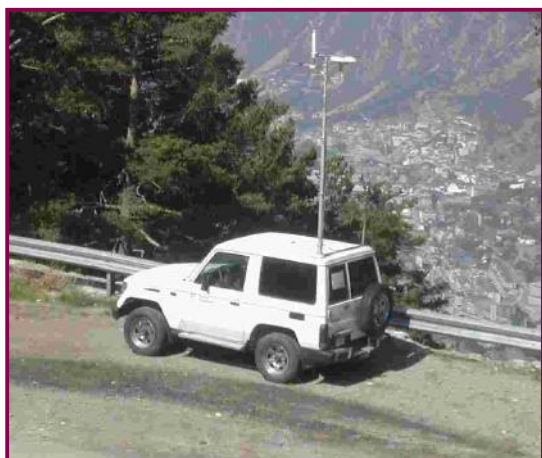
Tipus d'estació: urbana

Contaminants mesurats: 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

Històric 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

> **Imatge 1:** Estació 940 al carrer dels Sartells de la parròquia d'Andorra la Vella.
Font: Unitat Medi Atmosfèric



< ESTACIÓ MÒBIL 941

Data de posada en servei: 13/03/03

Ubicació: variable

Tipus d'estació: rural

Contaminant mesurat: ozó (O_3)

Paràmetres mesurats: Meteorològics, temperatura i humitat interior

Històric recent de mesurament: Any 2005: la Massana (l'Aldosa) i Engolasters
Any 2006: Certers

> **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: 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

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

> **Imatge 4:** Estació 943 a l'edifici Nexus (parròquia d'Andorra la Vella).
Font: Unitat Medi Atmosfèric



ESTACIÓ FIXA 944

Data de posada en servei: 10/02/06

Ubicació: Engolasters

Tipus d'estació: periurbana

Contaminants mesurats: Ozó (O₃)

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 (NO₂) i de benzè, etilbenzè, toluè i xilè (BTEX) i d'un captador d'alt volum per mesurar els nivells de partícules PM10 i de metalls en suspensió. Els mostrejadors (tubs o filtres) de la xarxa manual, 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.



< MOSTREJADORS PASSIUS

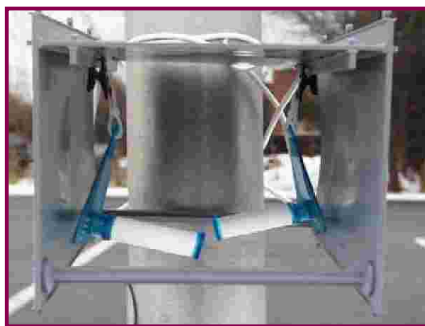
Data de posada en servei: any 2002

Ubicació: variable

Tipus d'estació: periurbana, urbana i trànsit

Contaminants mesurats: diòxid de nitrogen (NO₂) i benzè, toluè, etilbenzè i xilè (BTEX)

Històric recent de mesurament: Any 2004: Andorra la Vella i Escaldes-Engordany
Any 2005: Andorra la Vella i Escaldes-Engordany · Any 2006: Andorra la Vella i Escaldes-Engordany, Sant Julià de Lòria i Encamp.



> **Imatges 6 i 7:** Mostrejadors passius de la Xarxa manual de vigilància de la qualitat de l'aire.
Font: Unitat Medi Atmosfèric i Fondazione Salvatore Maugeri





< CAPTADOR D'ALT VOLUM

Data de posada en servei: any 2002

Ubicació: variable

Tipus d'estació: variable

Contaminants mesurats: Partícules (PM10) i metalls

Històric 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.

> **Imatge 8:** Captador d'alt volum de la Xarxa manual de vigilància de la qualitat de l'aire.
Font: Unitat Medi Atmosfèric

2.3. 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, a la fi d'aquest procés, serviran per 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 ubicació definitiva de les diverses estacions de mesura.

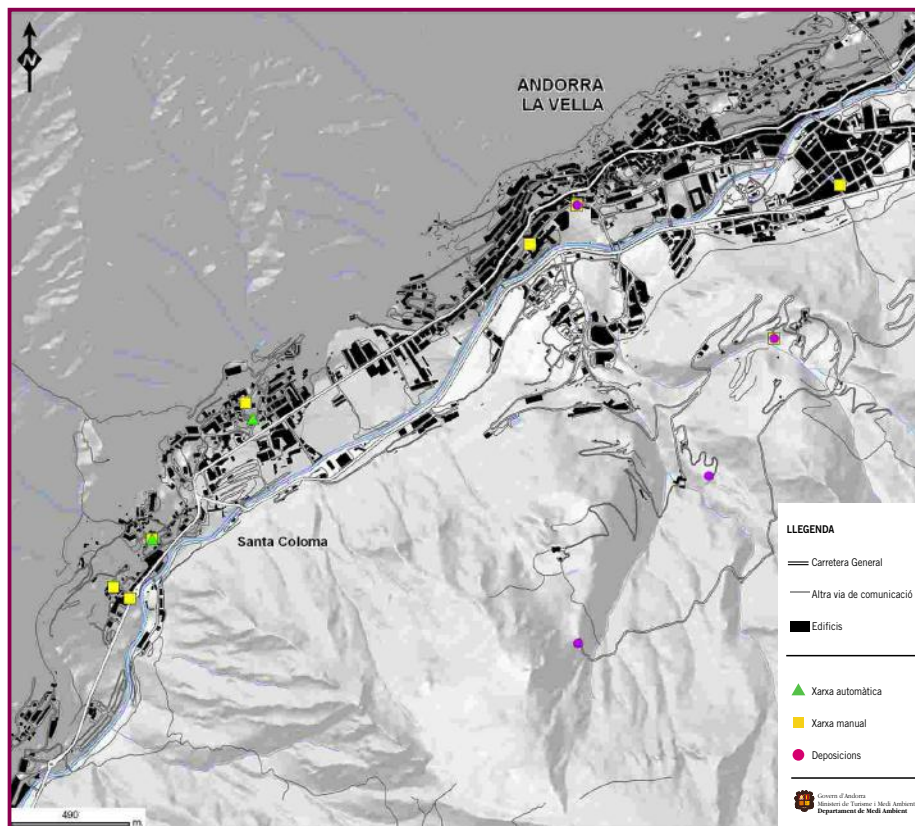
Les zones estudiades en els anys 2005 i 2006, tant amb mitjans automàtics com de la xarxa manual han estat la vall central, la vall sud i la vall oriental (exclusivament el nucli urbà d'Encamp), on resideix prop del 75% de la població.

QUADRE RESUM DEL DISPOSITIU DE VIGILÀNCIA

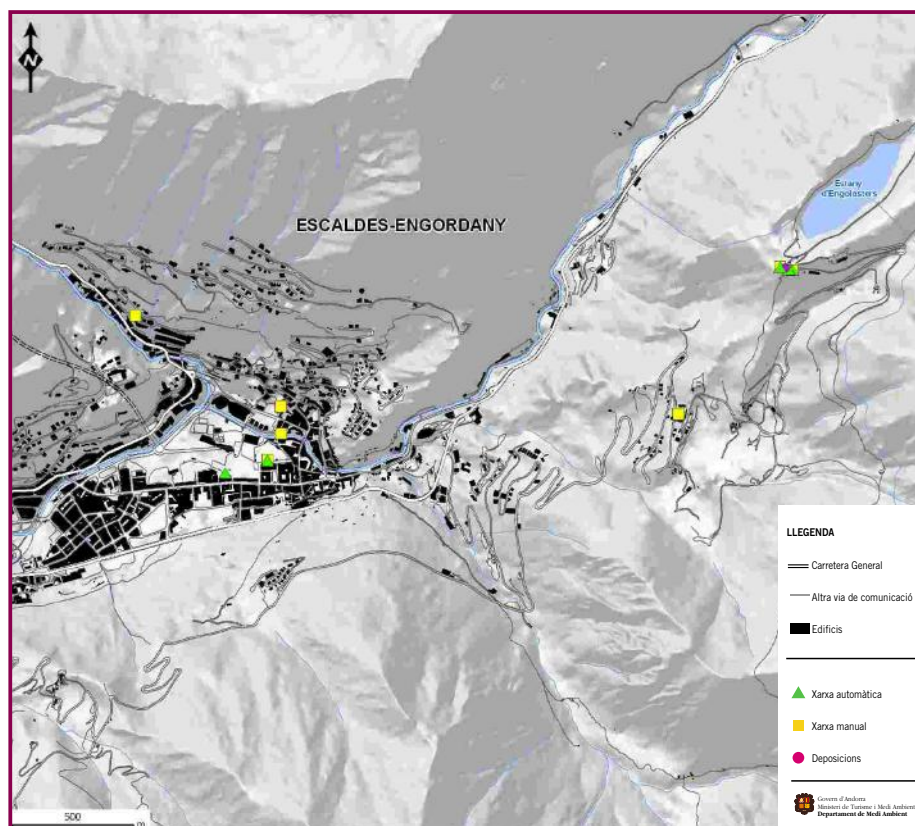
Àrea geogràfica	Parròquies	Període	Paràmetres mesurats																Modelització
			Xarxa automàtica					Xarxa manual											
			O ₃	SO ₂	CO	NOx	PM10	NO ₂	C ₆ H ₆	PM10	Cd	As	Ni	Pb	Hg	Cr	Mn	Dioxines i Furans	
Vall Central	Andorra la Vella i Escaldes-Engordany	2005 i 2006	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	Si (a nivells dels carrers)
Vall Sud	Sant Julià de Lòria	2005						●	●										
		2006						●	●	●	●	●	●	●					
Vall Oriental	Nucli urbà d'Encamp	2006	●	●	●	●	●	●	●	●									

> **Quadre 6:** Resum del dispositiu de vigilància durant els anys 2005 i 2006

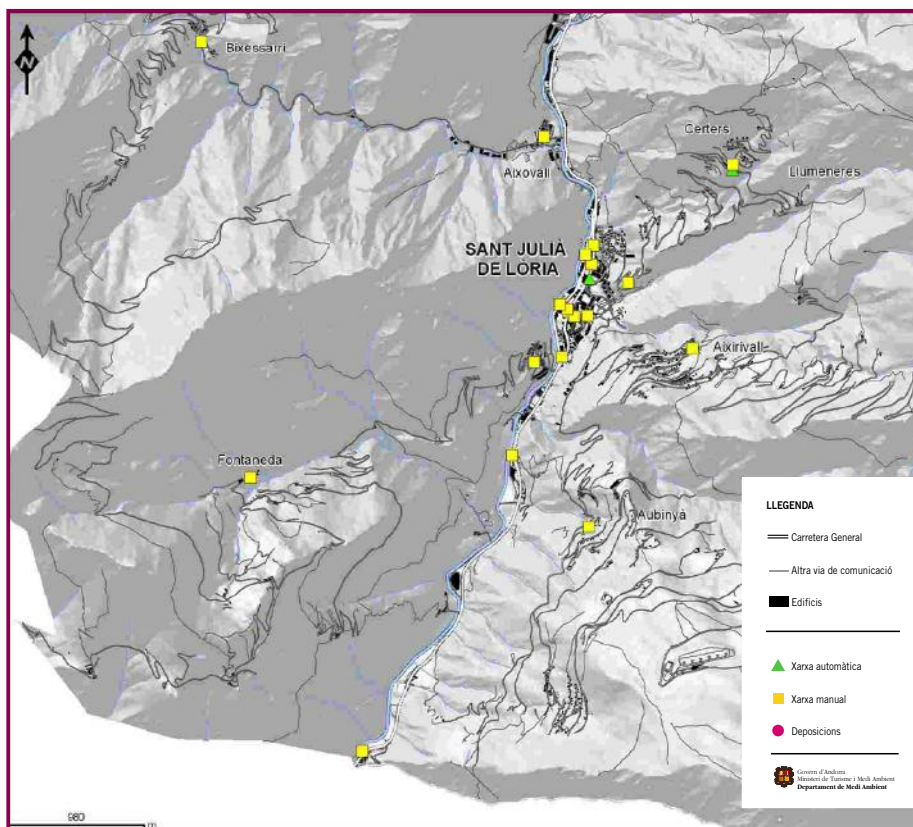
Mapes de localització:



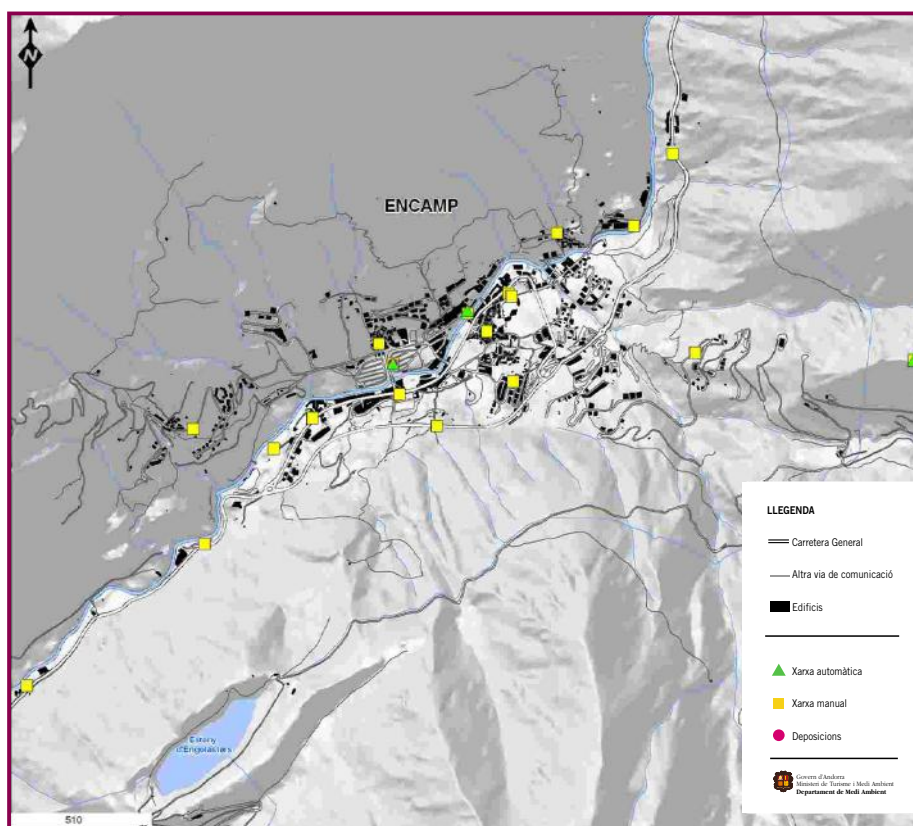
> **Mapa 2:** Punts de mesurament a la zona de la vall central (sector Andorra la Vella). Període 2005-2006



> **Mapa 3:** Punts de mesurament a la zona de la vall central (sector Escaldes-Engordany). Període 2005-2006



> Mapa 4: Punts de mesurament a la zona de la vall sud. Període 2005-2006



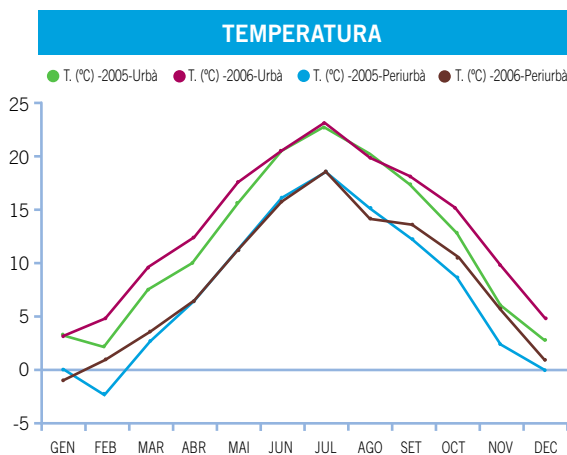
> Mapa 5: Punts de mesurament a la zona de la vall oriental (sector Encamp). Any 2006

3- METEOROLOGIA

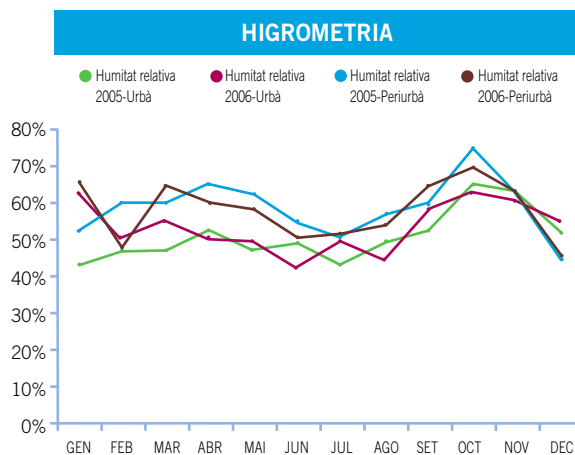
La meteorologia té un rol important sobre la dispersió dels contaminants i per tant sobre els nivells de qualitat de l'aire.

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 i pluviometria

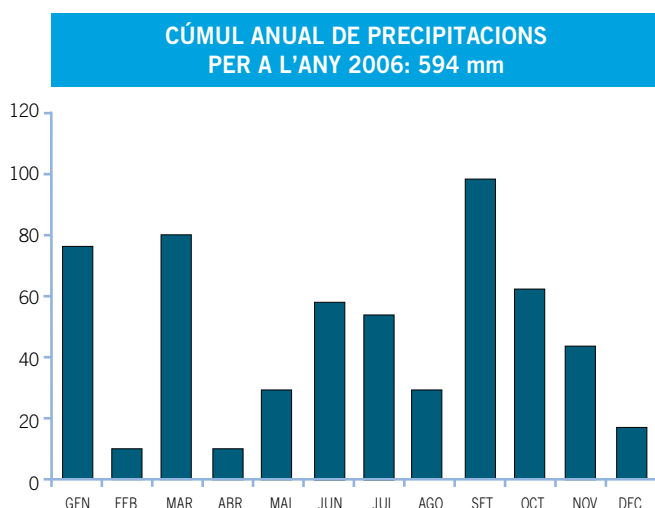


> Gràfic 1



> Gràfic 2

Les corbes de temperatura obtingudes a l'estació automàtica d'Escaldes-Engordany (urbà 1.080 m) i els obtinguts a Engolasters (periurbà a 1.623 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. Com a tònica general i malgrat que només el període estudiat comprèn dos anys, el període de l'any que és més sensible a augmentar els nivells d'immissió de contaminants primaris se situa entre novembre i març. Per al contaminant secundari ozó hi ha dos períodes clau que són la primavera i l'estiu.



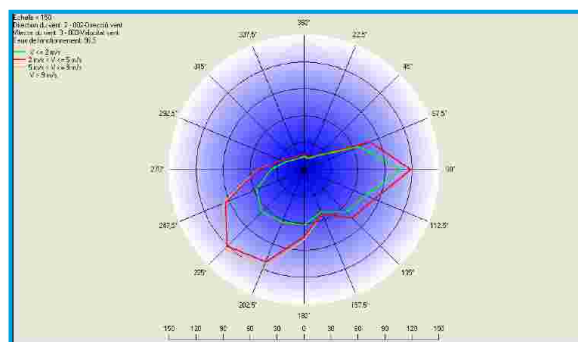
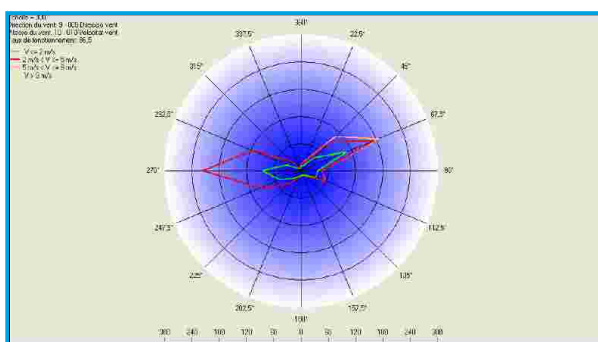
> Gràfic 3

El registre d'humitat relativa mitjana presentat al gràfic 2 marca força bé l'estacionalitat de les pluges, dada que queda complementada pel gràfic 3 que recull el cúmul anual de precipitacions per a l'any 2006.



3.2. Direcció i velocitat del vent

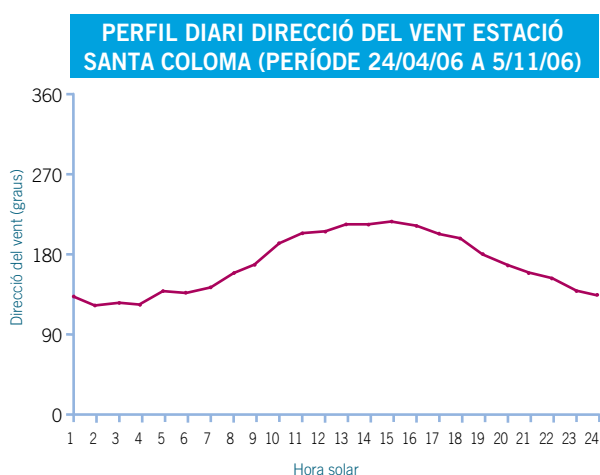
La direcció i la velocitat del vent influencien directament la difusió i la dispersió dels contaminants. A causa de l'orografia del país, els vents sempre circulen per les canals de les valls que configuren el territori, donant així unes direccions preferents que actuen sempre de la mateixa forma (ascendents durant el dia i descendents durant la nit). Per tant, la direcció i la velocitat del vent influeixen directament sobre la concentració dels contaminants.



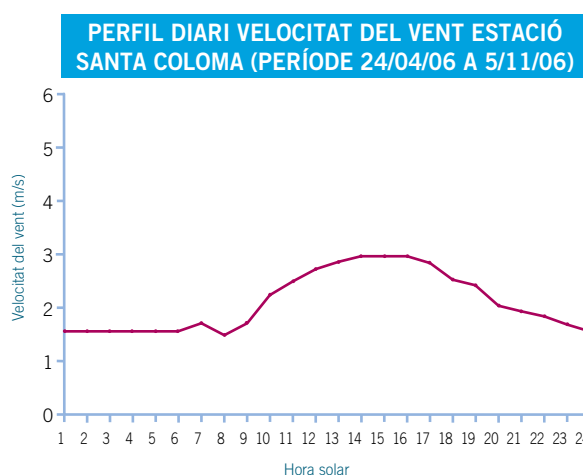
> Gràfic 4: Rosa dels vents a Santa Coloma i Engolasters

Les roses dels vents obtingudes a Santa Coloma i Engolasters revelen dues direccions predominants: sud-oest (entre 180° i 270°) i nord-est (entre 0° i 90°).

L'alternança de les brises que afecten la vall central queda reflectida en els perfils dels gràfics 5 i 6 corresponents a Santa Coloma, on s'aprecia que la direcció sud-oest (entre 180° i 270°) es dona durant les hores centrals del dia (primeres hores del matí i fins al vespre) i velocitats més intenses. 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.



> Gràfic 5



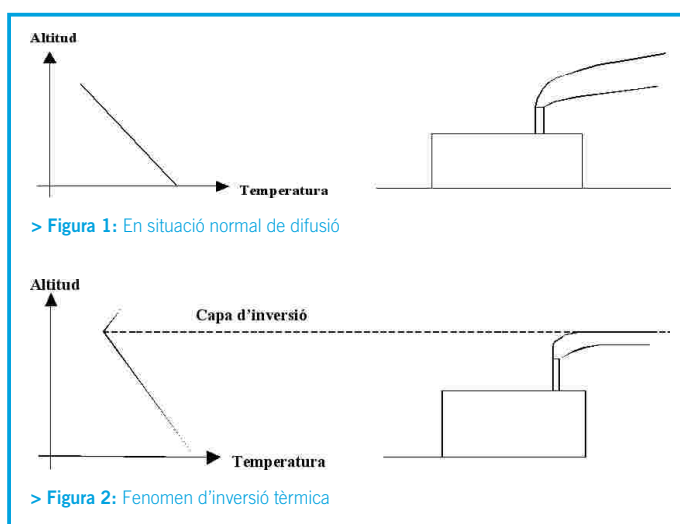
> Gràfic 6

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.

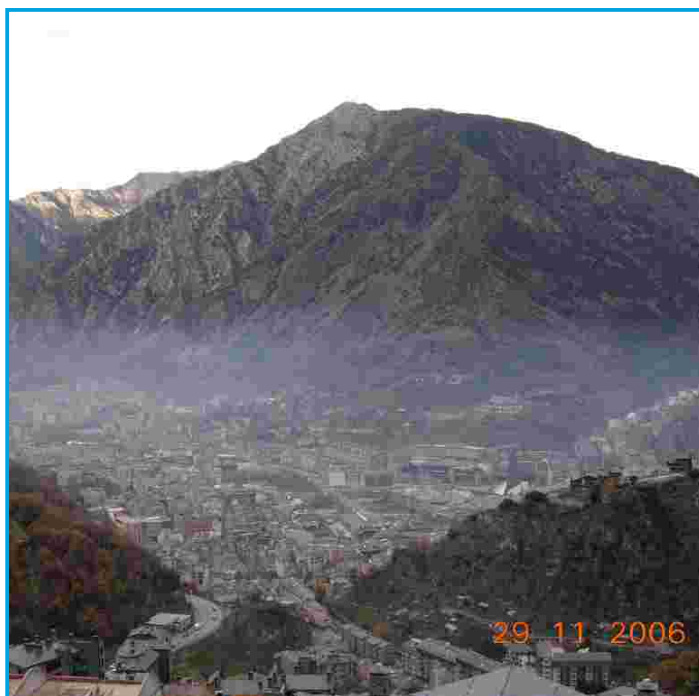
L'estabilitat de l'atmosfera es destina a quantificar les propietats difoses de l'aire en les capes baixes. L'estructura tèrmica vertical de la troposfera pot variar segons els dies i les hores.

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 a dalt en situació normal de difusió, és bloquejat llavors per aquesta capa d'aire més calent que actua com una tapadora tèrmica.

L'estabilitat atmosfèrica contribueix a la contaminació local i pot conduir a la formació d'una cúpula urbana de contaminació.



> Imatge 9: Inversió tèrmica a la vall central el 29/11/2006.
Font: Unitat Medi Atmosfèric

La imatge il·lustra una situació típica d'inversió tèrmica a la vall central d'Andorra la Vella i Escaldes-Engordany registrada al final de la tardor de l'any 2006.

La inversió tèrmica es troba en condicions meteorològiques particulars com:

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

Aquestes situacions permeten distingir 6 categories d'estabilitat de l'atmosfera:

- **Atmosfera inestable** (classes de Pasquill A, B i C): en aquestes situacions, es facilita la dispersió dels contaminants. Aquestes situacions apareixen pel fort escalfament del sòl, es troben principalment de dia en absència de vent fort.
- **Atmosfera neutra** (classes de Pasquill D): aquestes situacions permeten la dispersió dels contaminants. Corresponen a situacions de vents moderats o a situacions de cel tapat. Es tracta de la situació més freqüent en zona temperada.
- **Atmosfera estable** (classes de Pasquill E i F): aquestes situacions frenen el desplaçament de les masses d'aire, estan induïdes per inversions tèrmiques prop del sòl, la qual cosa limita la dispersió dels contaminants. Aquestes situacions es troben principalment de nit per ventolina.

El quadre següent il·lustra els temps d'estabilitat atmosfèrica d'Andorra els darrers anys.

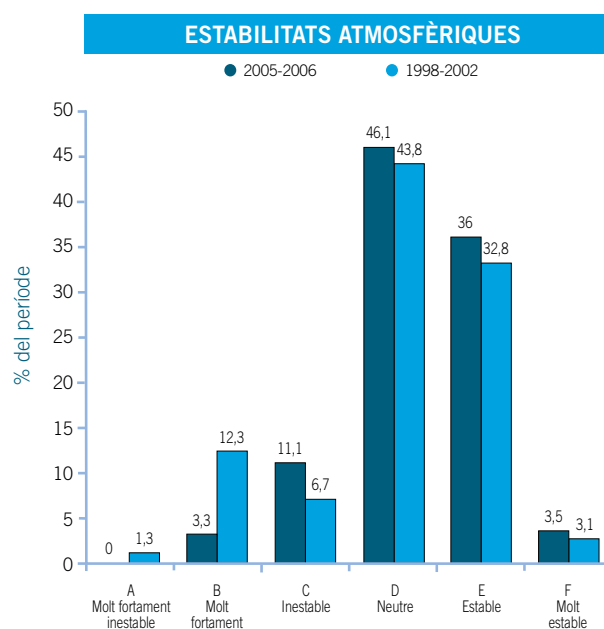
DISPERSIÓ	1998-2002	2005	2006
FAVORABLE	64%	62%	68%
DESFAVORABLE	36%	38%	32%

> **Quadre 7:** Percentatge del temps segons tipus de dispersió

Es constata una majoria de dies neutres per a tots els períodes analitzats i una important presència de dies estables.

Hi ha aproximadament una tercera part de l'any on es donen condicions desfavorables per a la dispersió dels contaminants.

Es constata un augment de les concentracions dels contaminants



> **Gràfic 7:** Representació per categories de l'estabilitat

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	2005	2006	Valor límit normatiu
	Estació	Fixa		
	Àrea geogràfica	Vall central		
	Zona	Escaldes-Engordany		
	Tipus	Urbà		
NO	Mitjana anual (µg/m³)	34	38	
NO ₂	Mitjana anual (µg/m³)	41	41	40
	Nombre mitjanes horàries superacions a 200 µg/m³	28	54	18
	Nombre de superacions del llindar d'alerta de 400 µg/m³	0	0	
NO _x	Mitjana anual (µg/m³)	92	102	30

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

Incompliment de la normativa relativa als nivells de qualitat de l'aire del diòxid de nitrogen (NO₂) tant per a l'any 2005 com per al 2006 a l'estació fixa de la vall central.

No obstant això, no s'ha enregistrat cap superació del llindar d'alerta de 400 µg/m³.

Els valors límits normatius del diòxid de nitrogen corresponen a nivells de protecció de la salut humana. **Cal destacar que la mitjana anual mesurada a l'estació fixa de la vall central s'ha mantingut constant i lleugerament superior al valor límit normatiu durant els anys 2005 i 2006.** En canvi, el nombre de superacions horàries del llindar de 200 µg/m³ s'ha quasi duplicat d'un any a l'altre. Cal esperar disposar d'un històric de dades més extens per poder concloure sobre l'evolució de les concentracions d'aquest contaminant.

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 no són comparables al valor límit normatiu.



Any	2005	2006
Estació	Fixa	
Àrea geogràfica	Vall central	
Tipus	Urbà	
Taxa de funcionament en %	90,6	94,4
% de valors < a 40 µg/m³	58,5	59,3
% de valors > = a 40 µg/m³	41,5	40,7

> Taula 2: Valors específics per al NO₂

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

	Any	2005	2006
	Estació	Fixa	
	Àrea geogràfica	Vall central	
	Tipus	Urbà	
NO/NO ₂	Coeficient R (Estació Trànsit R>1,5)	1,3	1,4
NO ₂ /NO _x	Percentatge	45	40

> Taula 3: Les ràtios entre els òxids de nitrogen

La ràtio NO/NO₂ és inferior a 1,5 pels anys 2005-2006 (1,3 i 1,4).

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 en relació amb l'estació fixa per emplaçaments:

	Any	2005						2006				Valor límit normatiu per any civil
	Període	De l'1/1/05 al 13/4/05		Del 14/4/05 al 25/5/05		Del 25/5/05 al 31/12/05		De l'1/1/06 al 6/11/06		Del 16/11/06 al 31/12/06		
	Estació	Mòbil	Fixa	Mòbil	Fixa	Mòbil	Fixa	Mòbil	Fixa	Mòbil	Fixa	
	Àrea geogràfica	Vall sud	Vall central						Vall oriental	Vall central		
	Zona	Sant Julià de Lòria	Escaldes-Engordany			Santa Coloma	Escaldes Engordany	Santa Coloma	Escaldes Engordany	Encamp	Escaldes Engordany	
	Tipus	Urbà										
NO	Valor mitjana període (µg/m³)	ND	47	12	14	34	32	26	32	45	72	-
NO ₂	Valor mitjana període (µg/m³)	ND	52	22	26	31	39	29	38	46	59	40
	Nombre mitjanes horàries superiors a 200 µg/m³	ND	26	0	0	47	2	3	51	0	3	18
	Nombre de superacions del líndar d'alerta de 400 µg/m³	ND	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
NO _x	Valor mitjana període (µg/m³)	ND	122	41	47	82	86	65	90	115	173	30

> Taula 4: Resultats dels òxids de nitrogen a l'estació mòbil

Sant Julià de Lòria (de l'1/1/05 al 13/4/05)

Per motius tècnics no es disposa de les dades d'aquest analitzador. No obstant això, els valors de NO₂ s'obtenen mitjançant la xarxa manual.

Escaldes-Engordany (del 14/4/05 al 25/5/05)

La col·locació de l'estació mòbil a proximitat de l'estació fixa d'Escaldes-Engordany ha permès comprovar que els valors entre les dos estacions són similars malgrat que no disposaven del mateix emplaçament.

Santa Coloma (del 25/5/05 al 6/11/06)

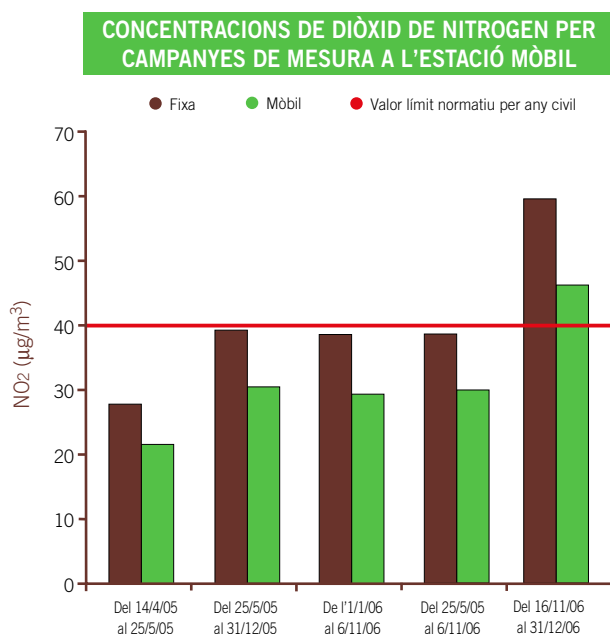
La campanya de mesura de 18 mesos al nucli de Santa Coloma complementa les dades de l'estació fixa de referència de la vall central situada a Escaldes-Engordany.

S'observa que la mitjana de NO₂ se situa als voltants d'un 20% per sota de la de l'estació fixa. Per tant, es compleix la mitjana anual de NO₂ al nucli de Santa Coloma (valor estimat de 32 µg/m³). No obstant això, s'incompleix el nombre de superacions del valor límit horari. Malgrat que el total de les superacions se situa al voltant del de l'estació fixa, cal destacar una concentració anòmla de superacions de l'estació mòbil en un període determinat entre el 12/12/05 i el 23/12/05. Aquest augment es pot explicar per les condicions climàtiques (setmana d'inversió tèrmica) i per un increment de les emissions locals. Per als altres períodes les superacions són inferiors a les de l'estació fixa. (Gràfic 9)

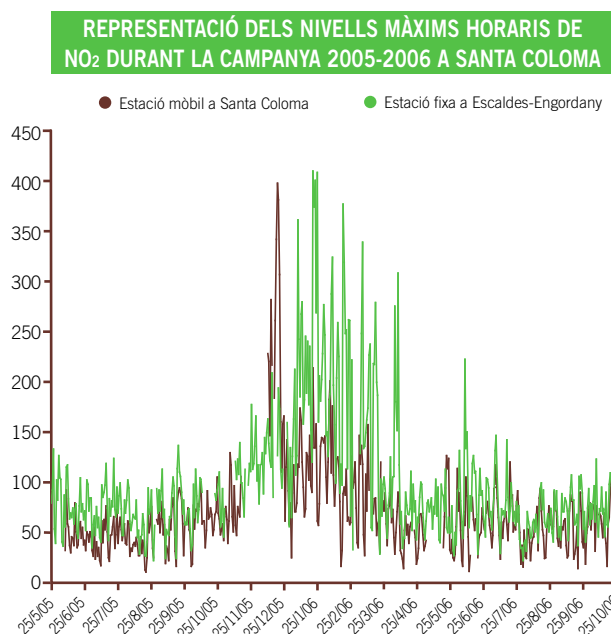
Encamp (del 16/11/06)

De la campanya de mesura de curta durada (1 mes) en període de màxima concentració d'aquest contaminant realitzada al nucli urbà d'Encamp s'observa que els nivells de NO₂ se situen als voltants d'un 20% per sota dels de l'estació fixa.

Es preveu el compliment del límit anual normatiu (valor estimat de 32 µg/m³) i del nombre de superacions (no s'observa cap superació per a aquest període). Durant el 2007, l'estació continuarà situada a Encamp.



> Gràfic 8: Concentracions de NO₂ per campanyes



> Gràfic 9: Màxims horaris a Santa Coloma i Escaldes-Engordany

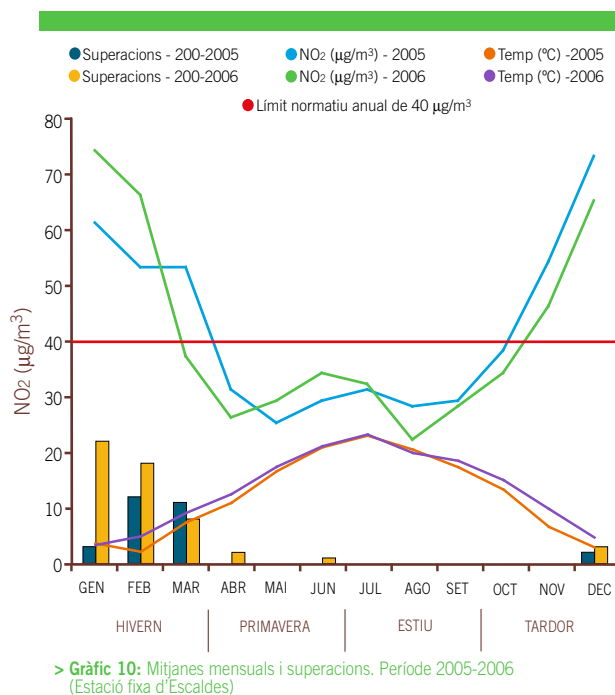


Comportament estacional

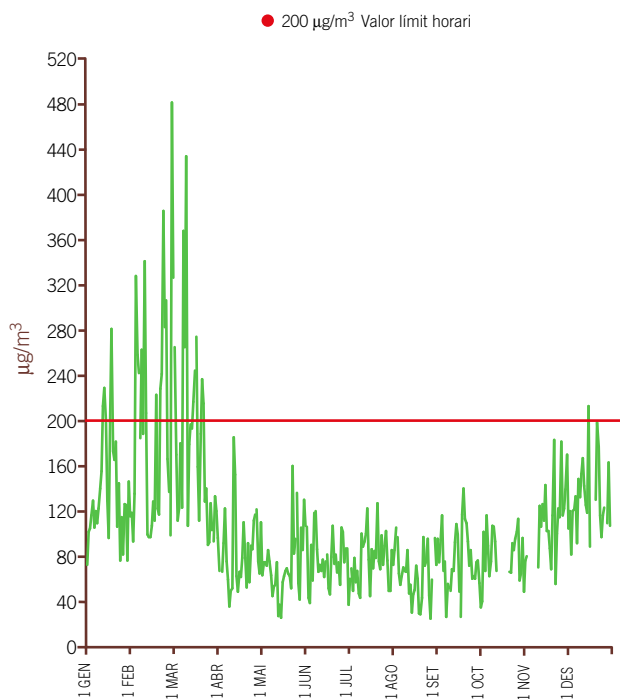
El gràfic 10 il·lustra les mitjanes mensuals d'immissió de NO₂ enregistrades a l'estació automàtica de la vall central així com el nombre de superacions horàries del llindar de 200 µg/m³ que s'han produït mensualment durant el període 2005-2006. S'observa clarament el caràcter estacional que té aquest pol·luent, amb l'augment progressiu dels nivells durant la tardor i la seva disminució fins a l'inici de la primavera.

Les concentracions de diòxid de nitrogen són més importants durant la tardor i l'hivern respecte a la primavera i l'estiu.

Les màximes horàries i les superacions del llindar horari de 200 µg/m³ se situen sempre en el període hivernal tal com recullen els gràfics 11 i 12. L'augment de l'estabilitat atmosfèrica, dels fenòmens d'inversió tèrmica i de l'augment de les emissions (calefaccions) durant aquesta estació són els principals responsables d'aquesta situació.

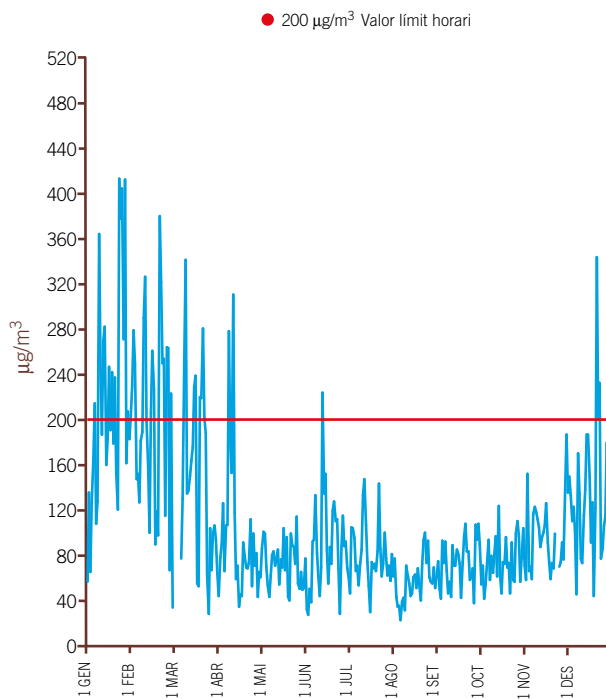


MÀXIMES HORÀRIES NO₂ · ESCALDES 2005



> Gràfic 11

MÀXIMES HORÀRIES NO₂ · ESCALDES 2006



> Gràfic 12

Comportament diari

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

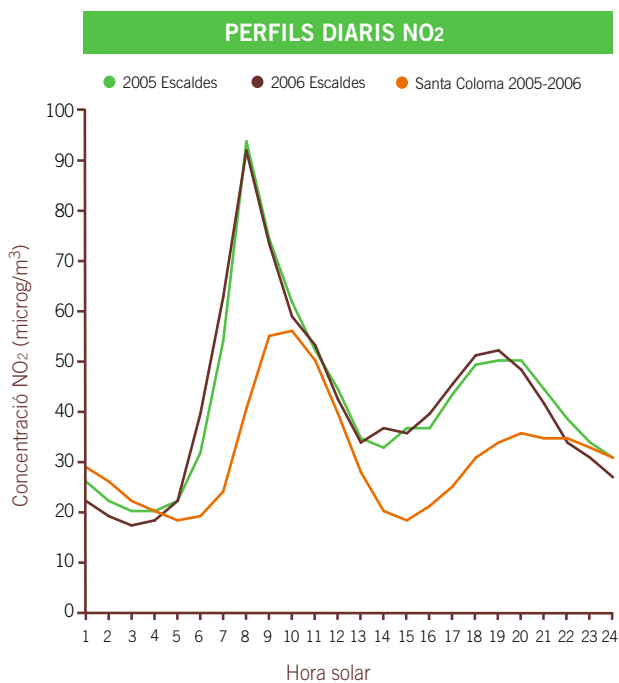
Es registren a diari un primer màxim important de contaminació als voltants de les 9 h (hora local) i segon màxim menys agut i important durant la tarda.

Aquests màxims corresponen a l'inici de l'activitat humana al matí en hores de difícil difusió dels contaminants (vent feble i estabilitat) i a la sortida de les escoles i del treball més esglaonats durant la tarda, en hores de millor difusió dels contaminants.

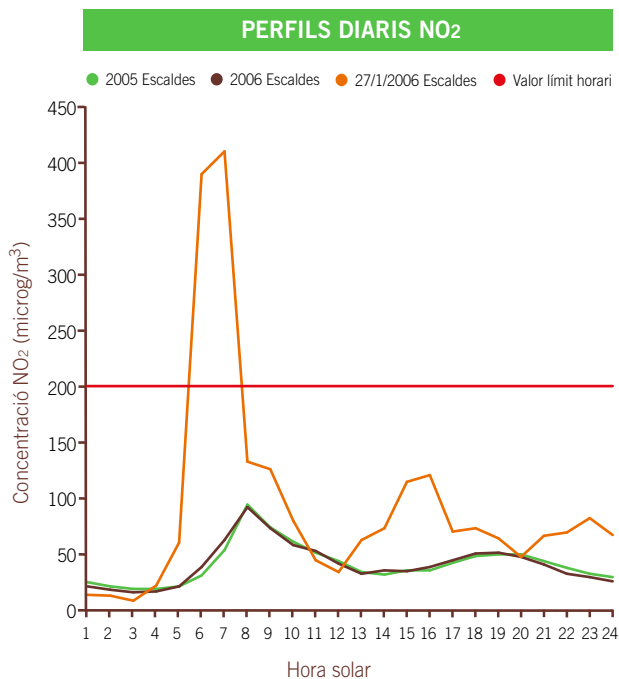
A les tardes podem parlar d'un increment sostingut de la concentració d'aquest contaminant que assoleix un valor màxim prop de les 20 h (hora local).

L'estació fixa de la vall central recull d'una manera més directa la incidència de la circulació viària en comparació amb el registre del nucli de Santa Coloma.

Al gràfic 13 se superposa el perfil del dia 27 de gener del 2006 que exemplifica unes condicions **dolentes de dispersió** dels contaminants (inversió tèrmica) registrades per al cas d'aquest pol·luent. Màxim al matí 4 cops superior respecte als perfils 2005-2006, 2,5 vegades a la tarda.



> Gràfic 13



> Gràfic 14

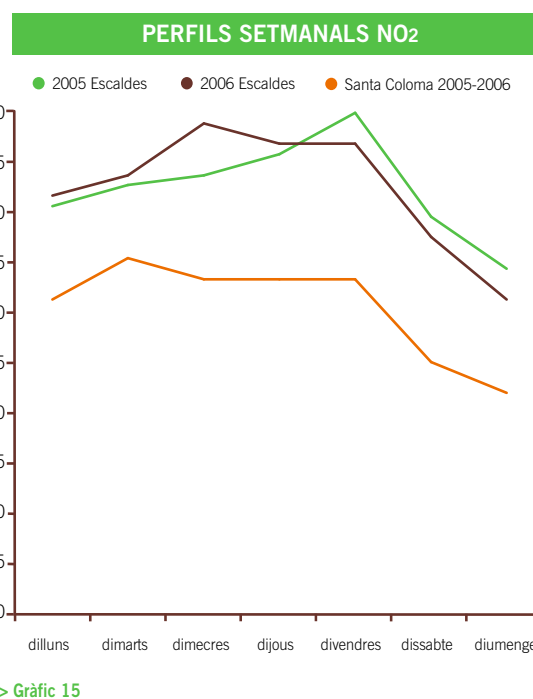
Comportament setmanal

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

Cal destacar la notable disminució dels nivells d'immissió durant el cap de setmana a totes les estacions de mesura.

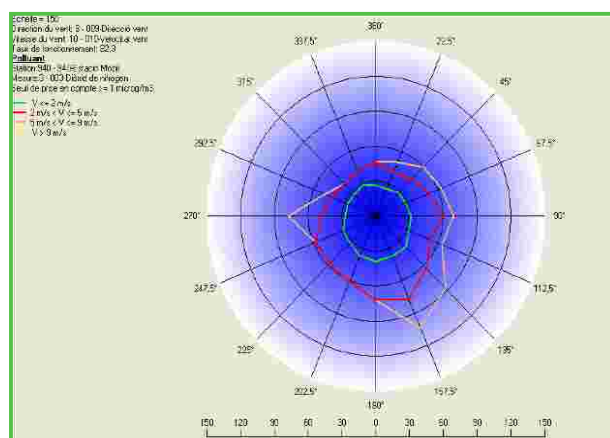
S'observa que durant el cap de setmana les concentracions resten per sota del límit normatiu anual de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Els nivells a Santa Coloma són inferiors i segueixen la mateixa tendència respecte als de l'estació fixa.



Rosa de pol·luent

La **rosa del pol·luent NO₂** obtinguda a l'estació situada a Santa Coloma durant el període del 24 d'abril de 2006 al 6 de novembre de 2006 comparada amb la rosa dels vents i el perfil diari de vent ens indica que les poques vegades que incideix vent provinent del sud-est (on es troba la carretera general 1) fa incrementar la concentració de NO₂ (a primeres hores del matí sobretot).



> Figura 3

• LA XARXA MANUAL

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

Els valors mesurats per al 2005-2006 han estat per les zones següents:

- **Periurbanes:** entre 8 i $15 \mu\text{g}/\text{m}^3 \pm 20\%$
- **Urbanes:** entre 31 i $51 \mu\text{g}/\text{m}^3 \pm 20\%$
- **De trànsit:** entre 59 i $66 \mu\text{g}/\text{m}^3 \pm 20\%$

Any	2005			Valor límit normatiu
Estat	Perenne			
Àrea geogràfica	Vall central			
Tipus	Periurbà	Urbà	Trànsit	
Mitjana anual µg/m³	8	45	59	40

> Taula 5: Resultats 2005 del NO₂ a partir dels mostrejadors passius

Any	2006									Valor límit normatiu			
Estat	Perenne		Puntual		Perenne		Puntual		Perenne		Puntual		
Àrea geogràfica	Vall central		Vall oriental		Vall sud		Vall central		Vall oriental		Vall sud		
Tipus	Periurbà				Urbà				Trànsit				
Mitjana anual µg/m³	8	15	12	51	31	38	62	60	66		40		

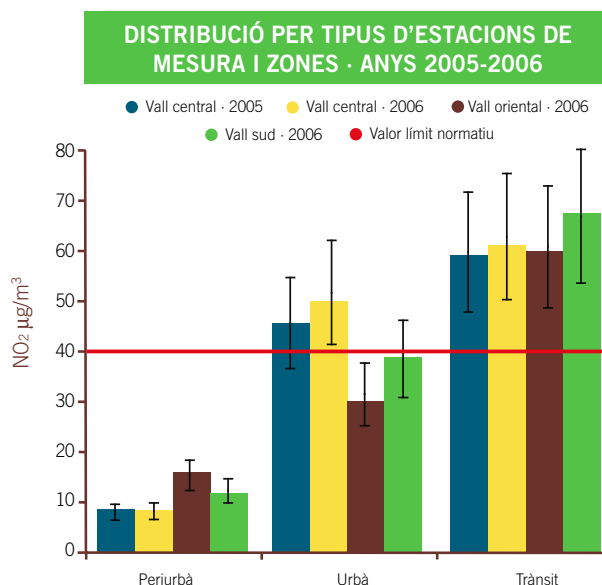
> Taula 6: Resultats 2006 del NO₂ a partir dels mostrejadors passius

El valor límit mitjà anual de NO₂ de 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ no es respecta en les estacions properes al trànsit. En les estacions urbanes s'enregistren nivells propers al límit normatiu.

Les ràtios per tipus d'estació posen de manifest un diferencial proper al 57% en relació amb les estacions trànsit enfront de les estacions urbanes i de 3 a 5 cops més feble en les estacions periurbanes enfront de les urbanes.

A nivell urbà, cal destacar valors més febles a Sant Julià de Lòria i Encamp respecte a la vall central. Per al nucli urbà d'Encamp els nivells se situen per sota del valor normatiu.

Els nivells enregistrats a les estacions de Santa Coloma són del mateix ordre en relació amb els obtinguts en la resta de la vall central.



> Gràfic 16: Distribució de diòxid de nitrogen per zones

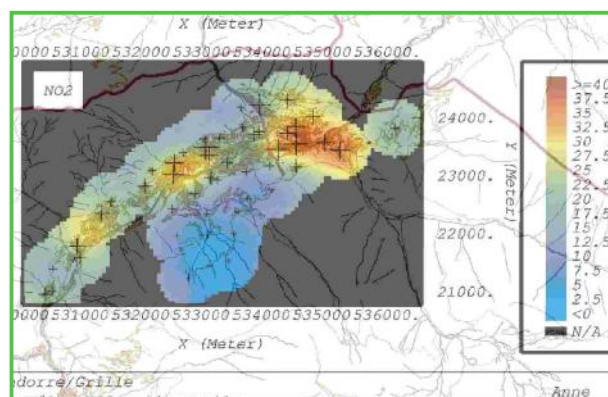
· LES MODELITZACIONS

A partir dels mesuraments de les estacions de vigilància de la qualitat de l'aire i de dades complementàries relacionades com el trànsit de vehicles (Agència de Mobilitat), als paràmetres meteorològics s'utilitzen models de càlcul per representar els nivells de qualitat de l'aire per a cada nucli urbà. Els treballs presentats a continuació han estat realitzats dins del marc del conveni de col·laboració entre el Govern d'Andorra i l'organisme Air Languedoc-Roussillon.

I) Vall central

Cas A: contaminació de fons

A partir dels resultats de la campanya de mostrejadors passius realitzada durant l'hivern i l'estiu del 2002 en una sèrie d'estacions preseleccionades es van obtenir els valors de base per establir la futura xarxa perenne i els nivells d'immissió per interpolació a tota la vall central. És la primera modelització sobre la qualitat de l'aire a Andorra.



> Mapa 6: Interpolació a partir de la campanya 2002 de mostrejadors passius a la vall central



Cas B: contaminació de proximitat al trànsit-vall central

Aquesta modelització s'ha obtingut a partir del programa de simulació Street que pren en compte la configuració dels carrers, les dades d'intensitat de trànsit i el nivell de fons que presenta la zona objecte d'estudi per tal d'establir un nivell d'immissió mitjà de pol·luent al voltant dels trams de la xarxa viària preestablerts.

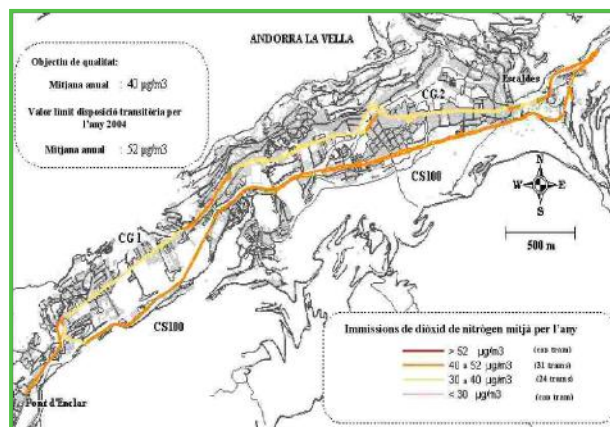
La totalitat dels carrers modelitzats de la vall central es troben al voltant del valor límit normatiu, en el rang de 30 i 52 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ d'immissió mitjana per al diòxid de nitrogen.

Cas C: contaminació de proximitat al trànsit-túnel del Pont Pla

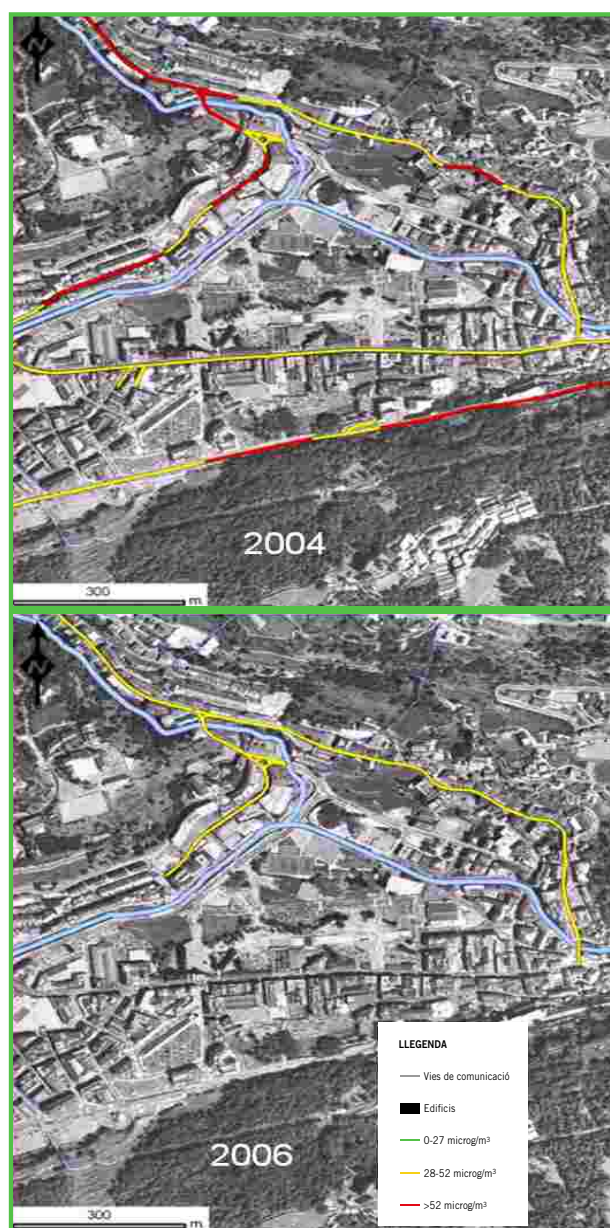
El mapa 8 il·lustra la modelització dels carrers (Street) d'Escaldes-Engordany els anys 2004 i 2006 amb la inclusió de les dades proporcionades per la xarxa de mostrejadors passius de NO_2 implantats a la zona per tal d'afinar més la pol·lució de fons al voltant de la zona involucrada.

La inauguració del túnel del Pont Pla el 30 de maig del 2006 ha incidit de forma decisiva en els nivells d'immissió de NO_2 en les vies que han quedat més descongestionades a partir de la seva obertura. **L'entrada en funcionament del túnel del Pont Pla permet segons el model una reducció de les concentracions de diòxid de nitrogen a la part alta de l'avinguda Fiter i Rossell entre el 60% i el 100% segons el tram estudiat.** L'estudi ha permès caracteritzar el vincle que té aquest contaminant amb el trànsit de vehicles (nombre i tipus de vehicles i saturació de la via) és directe.

> **Mapa 8:** Immissió mitja de NO_2 respecte a les modelitzacions dels anys 2004 i 2006 a la vall central



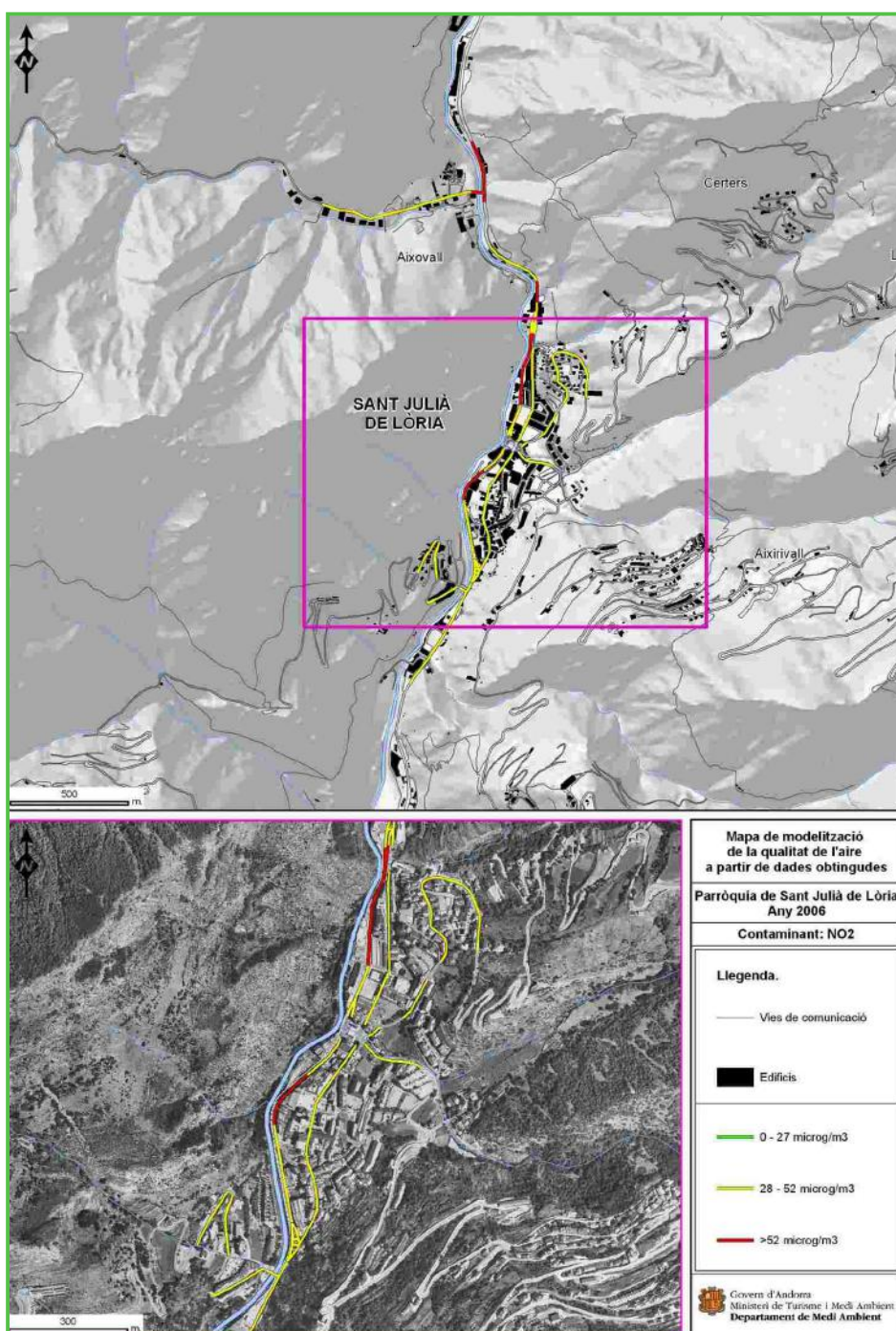
> **Mapa 7:** Immissió mitja de NO_2 respecte a la modelització de l'any 2004 a la vall central



II) Vall sud

La modelització obtinguda per a la vall sud amb la simulació del programa Street que incorpora les dades obtingudes dels mostrejadors passius de la xarxa manual corresponents a l'any 2006 es presenta en el mapa 9.

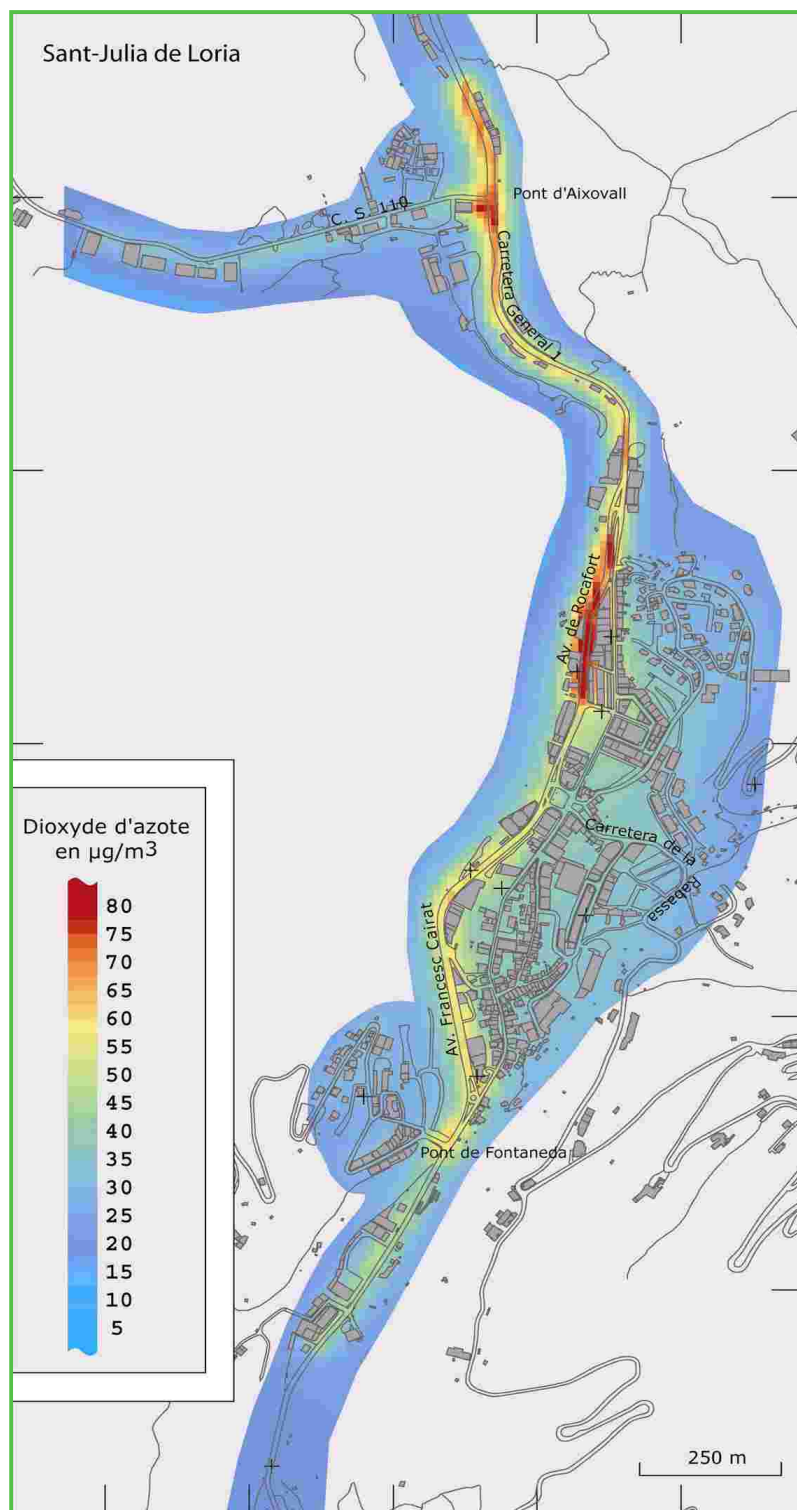
Els valors de nivell d'immissió de NO₂ al voltant del límit normatiu de 40 µg/m³ es representen en color groc mentre que els trams on es preveuen nivells superiors al límit normatiu figuren en color vermell. Els trams en vermell coincideixen amb punts crítics de la xarxa viària (semàfors, carrers amb efecte canó o cruïlles) de la carretera general on la influència del trànsit és determinant.



> Mapa 9: Modelització STREET · Sant Julià de Lòria - Any 2006

El mapa següent és el resultat del procés d'interpolació dels nivells mesurats a les estacions de mostrejadors passius i del resultat de la modelització Street del mapa anterior.

La distribució dels nivells d'immissió confirma la influència del trànsit en les concentracions de NO₂ especialment en alguns trams de l'avinguda Rocafort i la cruïlla d'Aixovall.

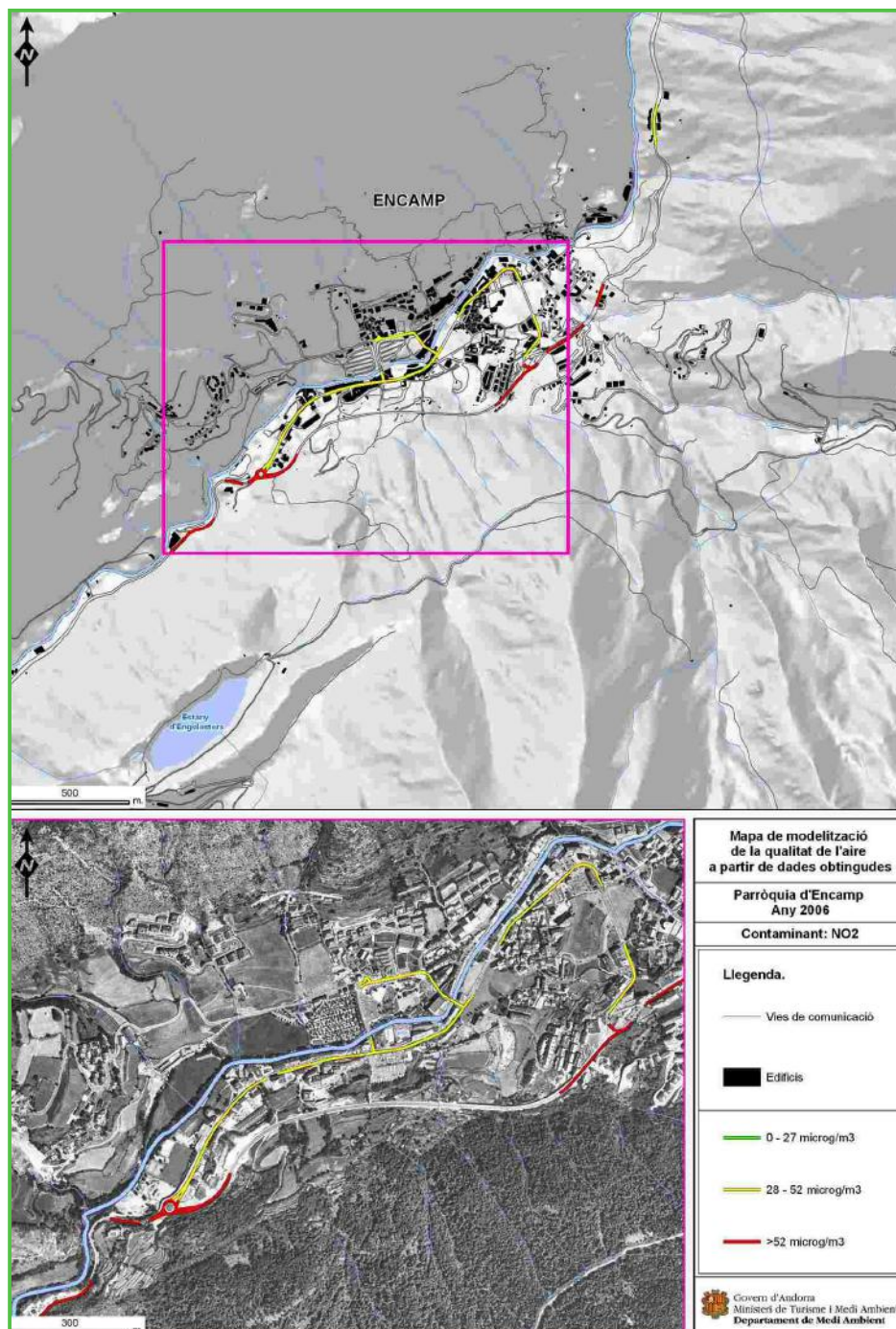


> Mapa 10: Interpolació de NO₂, any 2006 a Sant Julià de Lòria

III) Vall oriental (sector Encamp)

La simulació amb el programa Street potenciada amb els valors obtinguts dels mostrejadors passius de NO₂ implantats ha donat com a resultat el mapa 11. Hi ha un important tram del vial de la desviació d'Encamp que no està representat perquè està massa lluny de les zones edificades per ser modelitzat.

A diferència dels vials d'entrada i sortida d'Encamp (en vermell), el centre urbà, que està fora de la influència del trànsit exterior, té els nivells d'immissió del NO₂ al voltant del límit normatiu.



> Mapa 11: Modelització STREET · Encamp · Any 2006

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 principals fonts 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 rodut 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 amplifica els seus efectes.

4.2.3. Resultats

• LA XARXA AUTOMÀTICA

Comparació amb els nivells normatius

> ESTACIÓ FIXA

DIÒXID DE SOFRE			
Any	2005	2006	Valor límit normatiu
Estació	Fixa		
Àrea geogràfica	Vall central		
Zona	Escaldes-Engordany		
Tipus	Urbà		
Valor mitjana anual en µg/m³	6	8	20
Valor mitjana hivernal en µg/m³ (de l'1/10 al 31/3)	10	8	
Nombre de superacions del lílindar horari de 350 µg/m³	0	0	24
Nombre de superacions del lílindar diari de 125 µg/m³	0	0	3
Nombre de superacions del lílindar d'alerta de 500 µg/m³	0	0	-
El valor hivernal correspon al període de l'1 d'octubre de l'any anterior al 31 de març.			

> Taula 7: 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 límits horaris, diaris i d'alerta per a la protecció de la salut humana.

La normativa vigent estableix un nivell mitjà màxim anual i hivernal de 20 µg/m³ per a la protecció dels ecosistemes, i per a la protecció de la salut humana un lílindar diari de 125 µg/m³ (que no es pot superar més de 3 ocasions a l'any) i un lílindar horari de 350 µg/m³ (que no es pot superar més de 24 ocasions a l'any). **Es compleixen per al diòxid de sofre tots els límits normatius andorrans.** També es compleix l'objectiu de qualitat francès per a la protecció de les persones de 50 µg/m³.



DIÒXID DE SOFRE		
Any	2005	2006
Estació	Fixa	
Àrea geogràfica	Vall central	
Tipus	Urbà	
Taxa de funcionament en %	93,6	98,3
% de valors < a 20 µg/m³	97,1	97,9
% de valors > = a 20 µg/m³	2,9	2,1

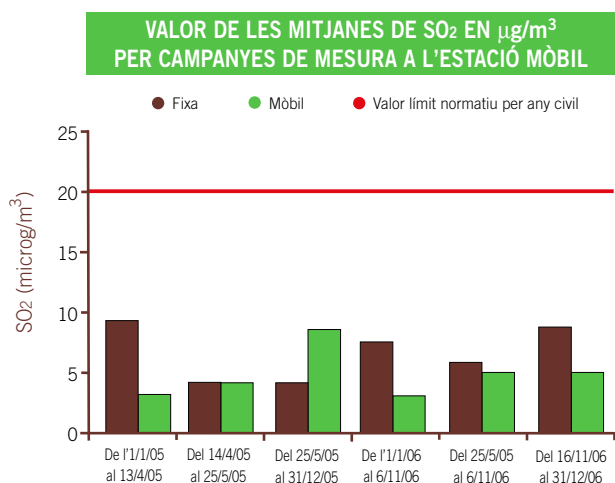
> Taula 8: Índexs relatius al valor límit anual per al SO₂

> ESTACIÓ MÒBIL

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

DIÒXID DE SOFRE											
Any	2005						2006				Valor límit normatiu per any civil
Període	De l'1/1/05 al 13/4/05		Del 14/4/05 al 25/5/05		Del 25/5/05 al 31/12/05		De l'1/1/06 al 6/11/06		Del 16/11/06 al 31/12/06		
Estació	Mòbil	Fixa	Mòbil	Fixa	Mòbil	Fixa	Mòbil	Fixa	Mòbil	Fixa	
Àrea geogràfica	Vall sud	Vall central						Vall oriental	Vall central		
Zona	Sant Julià de Lòria	Escaldes-Engordany			Santa Coloma	Escaldes Engordany	Santa Coloma	Escaldes Engordany	Encamp	Escaldes Engordany	
Tipus	Urbà										
Valor mitjana període (µg/m³)	3	9	4	4	8	4	3	7	5	8	20
Nombre de superacions del llindar horari de 350 µg/m³	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24
Nombre de superacions del llindar diari de 125 µg/m³	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Nombre de superacions del llindar d'alerta de 500 µg/m³	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-

> Taula 9: Índexs relatius al valor límit anual per al SO₂



> Gràfic 17: Índexs relatius al valor límit anual per al SO₂

S'enregistren valors per sota del 50% del límit normatiu per a l'any civil als nuclis urbans de Sant Julià de Lòria, Santa Coloma i Encamp pels períodes de mesurament.

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

Es preveu el **compliment** del límit normatiu per al SO₂ als nuclis urbans de Sant Julià de Lòria, d'Encamp i de Santa Coloma.

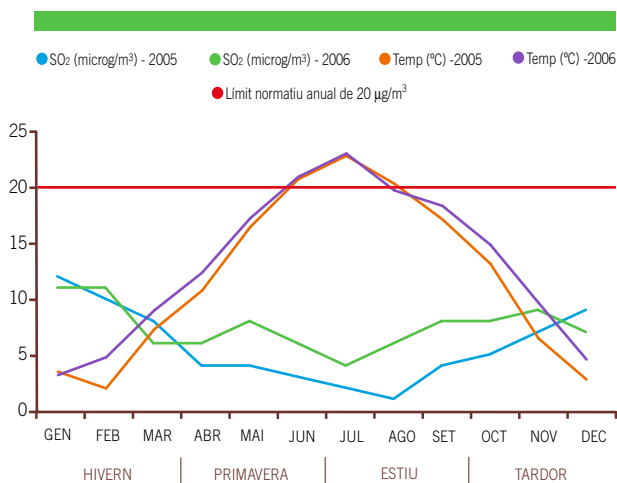


Comportament estacional

De la representació mensual de les concentracions de diòxid de sofre es constata que per tots els mesos amb excepció del gener i del febrer els valors són inferiors al 50% del límit anual reglamentat per a la protecció dels ecosistemes ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Aquest contaminant presenta una estacionalitat com en el cas del diòxid de nitrogen NO_2 .

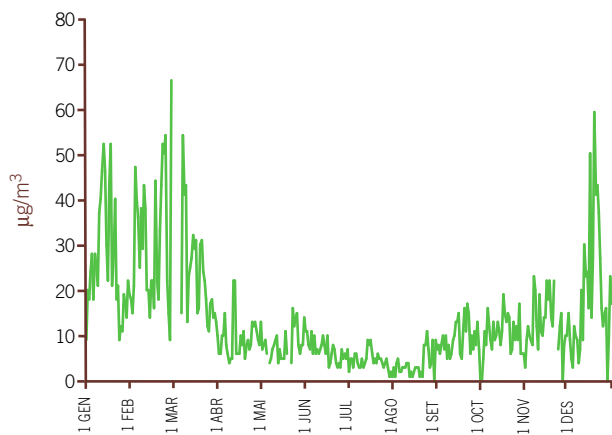
Globalment s'observa un lleuger empitjorament del nivell d'aquest contaminant en l'atmosfera l'any 2006 en relació amb el 2005 tot i que la mitjana del període hivernal té el comportament invers.

Les màximes horàries se situen sempre en el període hivernal tal com recullen els gràfics 19 i 20. El màxim registrat de $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ és molt inferior al valor límit horari per a la protecció de la salut humana fixat en $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



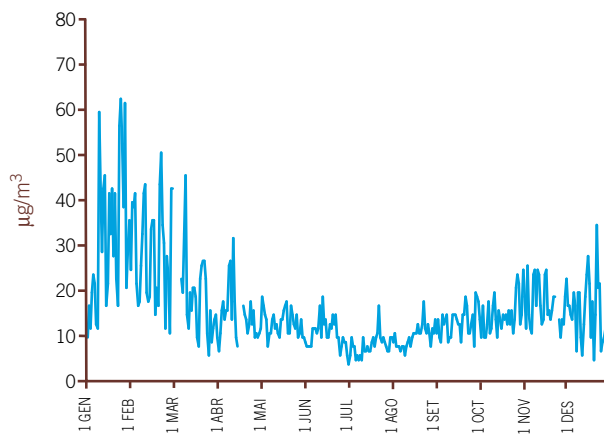
> Gràfic 18: Mitjanes mensuals. Període 2005-2006 (estació fixa d'Escaldes-Engordany)

MÀXIMES HORÀRIES SO₂ · ESCALDES 2005



> Gràfic 19

MÀXIMES HORÀRIES SO₂ · ESCALDES 2006



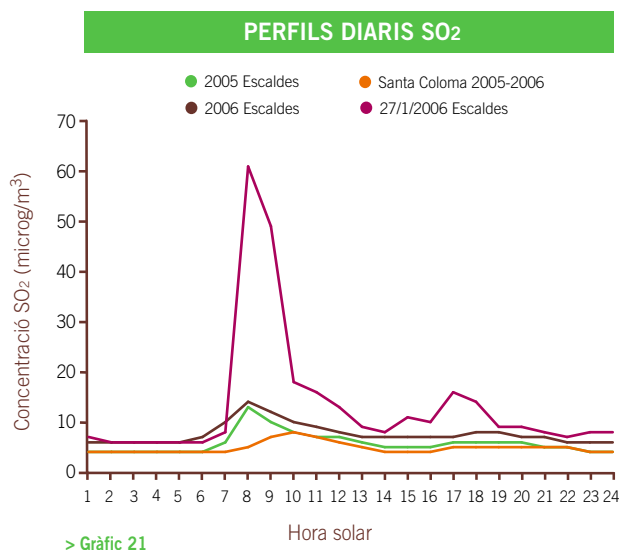
> Gràfic 20

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 menor en sofre respecte al gasoli de calefacció utilitzat en els països veïns, la qual cosa contribueix a mantenir els nivells d'emissió per sota dels límits normatius.**

Comportament diari

El recull de **perfils diaris** reflecteix per a un dia amb condicions desfavorables de dispersió un gràfic molt similar al que s'ha obtingut en el cas del NO₂.

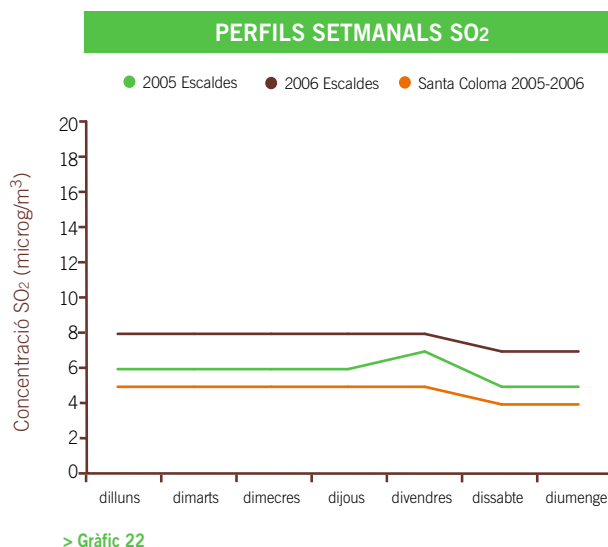
El perfil general oscil·la com en el cas del NO₂, també depèn del flux circulatori i també és més suau a Santa Coloma. No obstant això, els màxims són menys importants respecte al límit normatiu en comparació amb els de NO₂.



Comportament setmanal

Els **perfils setmanals** equivalents al mateix període per les estacions d'Escaldes-Engordany i Santa Coloma reflecteixen una lleugera millora dels nivells d'immissió durant el cap de setmana en relació amb els dies laborables.

Els nivells són pràcticament constants durant tota la setmana. Per tant, la influència del trànsit és apreciable però no decisiva per a aquest contaminant.



• LES MODELITZACIONS

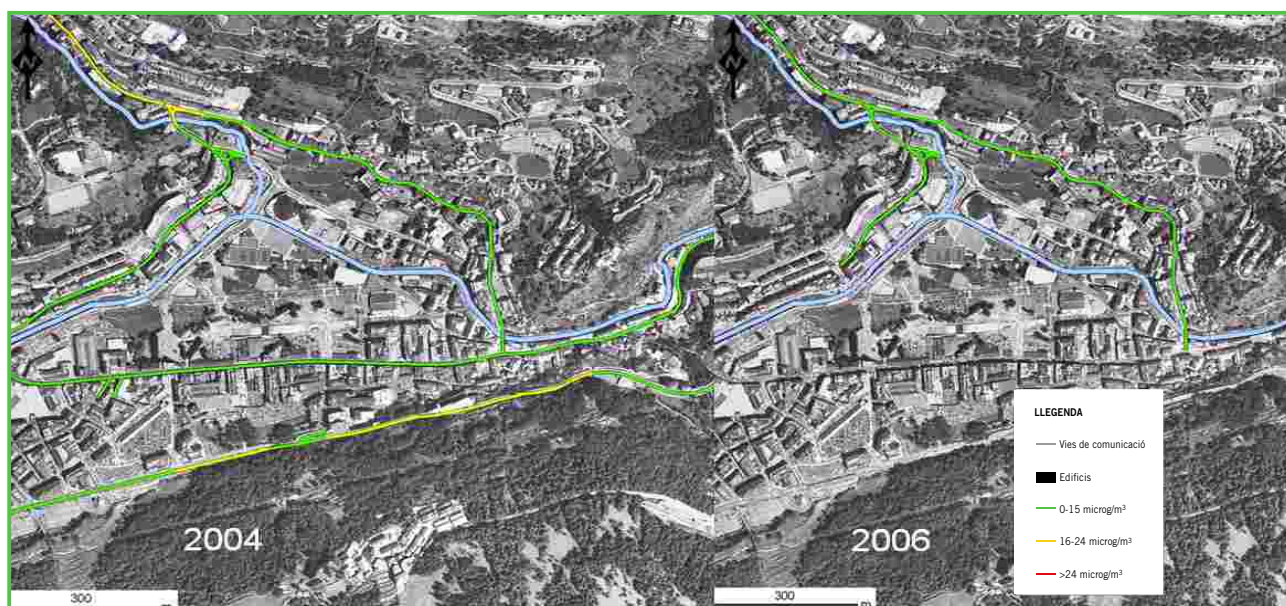
I) Vall central

Contaminació de proximitat al trànsit - túnel del Pont Pla

En el mapa 12 queden representats els nivells d'immissió del diòxid de sofre SO₂ en tots els trams modelitzats al voltant dels accessos al túnel del Pont Pla abans i després de la seva posada en funcionament.

Les principals fonts d'emissió del SO₂ no són el trànsit de vehicles. No obstant això, es pot apreciar una millora sensible entre els dos escenaris presentats. Els trams que apareixen més afectats en la modelització de l'any 2004 (part superior de l'avinguda Fiter i Rossell) figuren amb unes concentracions reduïdes al voltant del 60% en la modelització corresponent al 2006.



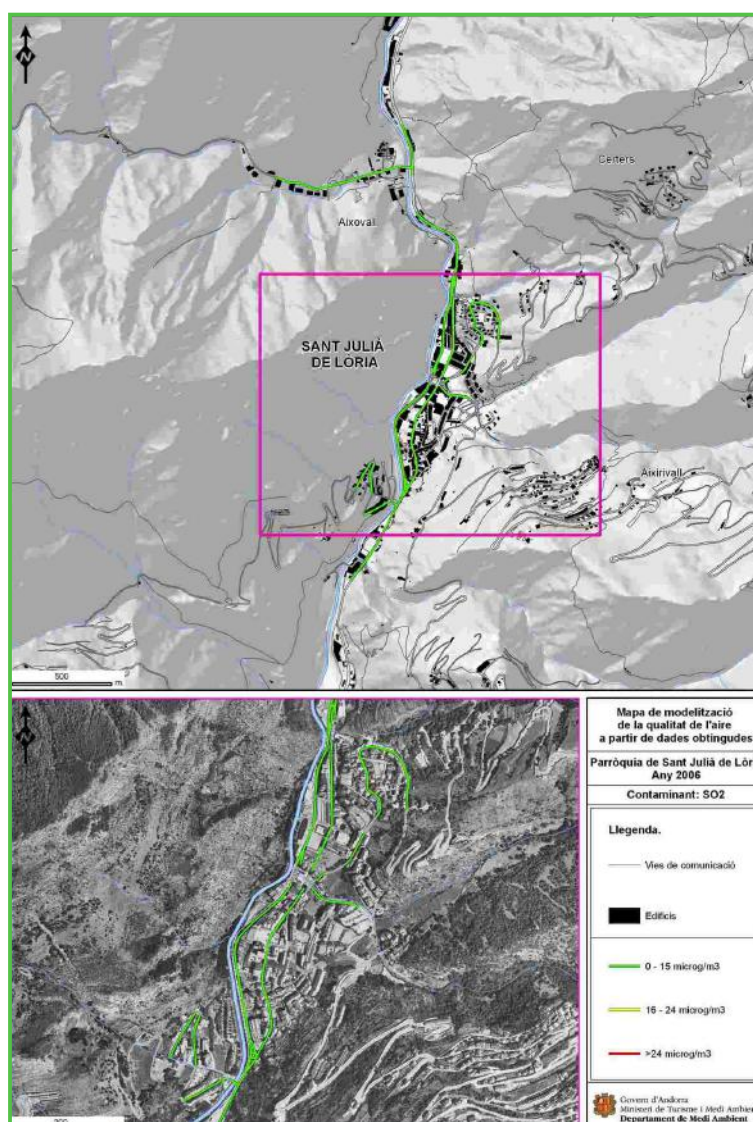


> Mapa 12: Modelització Street - Escaldes-Engordany - Anys 2004 i 2006

II) Vall sud

El mapa 13 il·lustra el resultat de la modelització a la zona de la vall sud a partir de la simulació del programa Street tenint en compte els nivells de fons mesurats per la xarxa automàtica i manual.

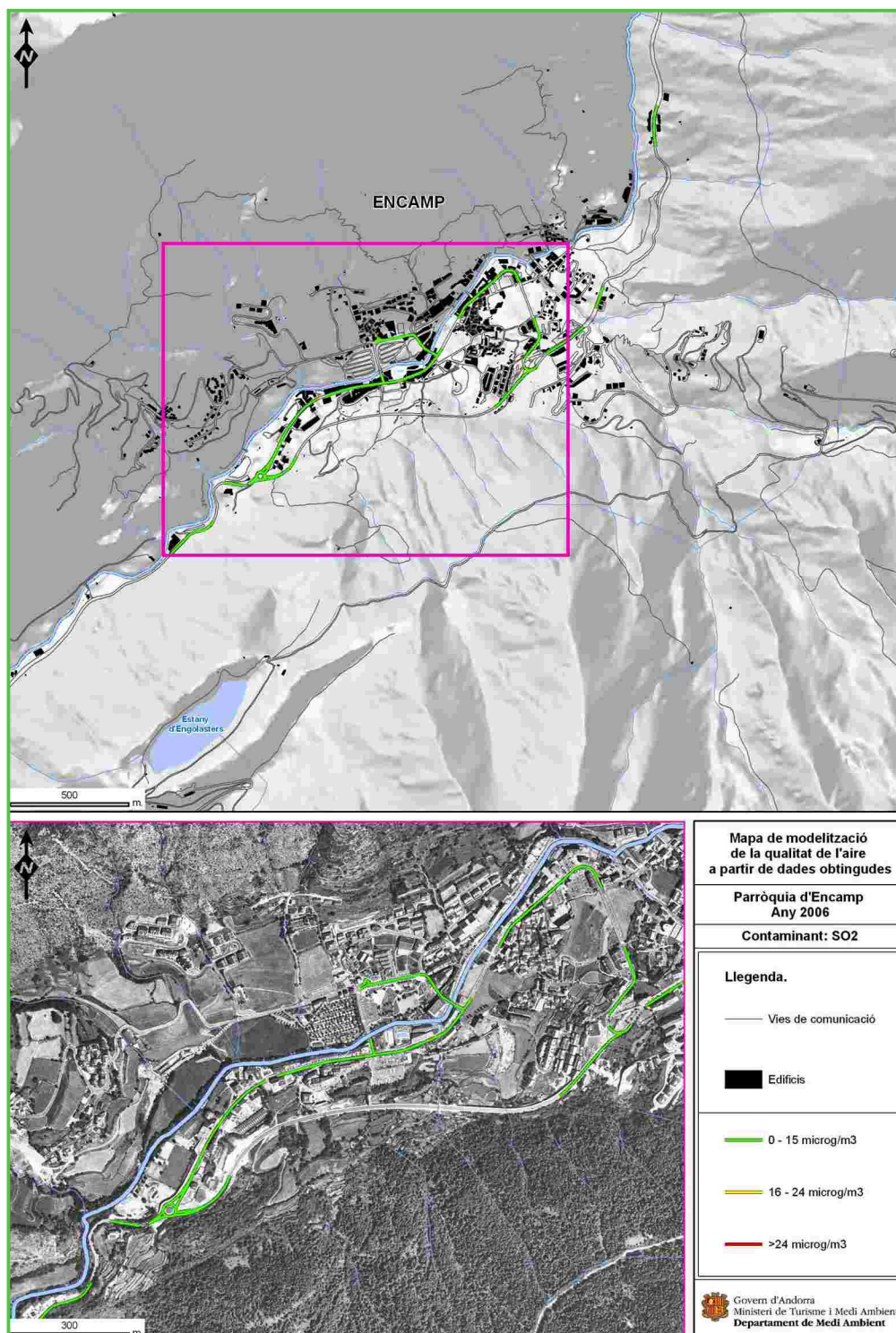
Els nivells obtinguts al voltant de tota la xarxa viària estudiada són inferiors en més d'un 50% al límit establert per a la protecció dels ecosistemes i molt homogenis en tota la zona modelitzada.



> Mapa 13: Modelització STREET Sant Julià de Lòria - Any 2006

III) Vall oriental (sector Encamp)

Els nivells d'immissió de SO₂ resultant de la modelització al nucli urbà d'Encamp estan en tots els trams estudiats per sota del 50% del límit establert per a la protecció dels ecosistemes.



> Mapa 14: Modelització STREET · Encamp · Any 2006

4.3. EL 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 principal font 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 provocant 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	2005	2006	Valor límit normatiu
Estació	Fixa		
Àrea geogràfica	Vall central		
Zona	Escaldes-Engordany		
Tipus	Urbà		
Màxim de les mitjanes 8 horàries del dia en mg/m³	1,7	2,5	10
Mitjana anual en mg/m³	0,5	1,1	-
* Taxa de funcionament <al 90%			

> Taula 10: Resultats del CO - anys 2005 i 2006

Compliment de la normativa relativa als nivells de qualitat de l'aire del monòxid de carboni pels anys 2005 i 2006, a la vall central.

El valor màxim de les mitjanes 8-horàries a la vall central l'any 2006 augmenta respecte a l'any 2005. La mitjana anual indica el mateix comportament i es constata un augment de més del 100% entre en valor del 2006 i els del 2005.

La normativa d'Alemanya proposa com a valor límit anual d'immissió d'1 mg/m³. En relació amb aquesta normativa no aplicable a Andorra s'observa el compliment l'any 2005 i l'incompliment el 2006.

Malgrat l'increment dels valors de l'any 2006 respecte als del 2005, cal esperar de disposar d'un històric de dades més extens per poder concloure sobre la evolució de les concentracions d'aquest contaminant.

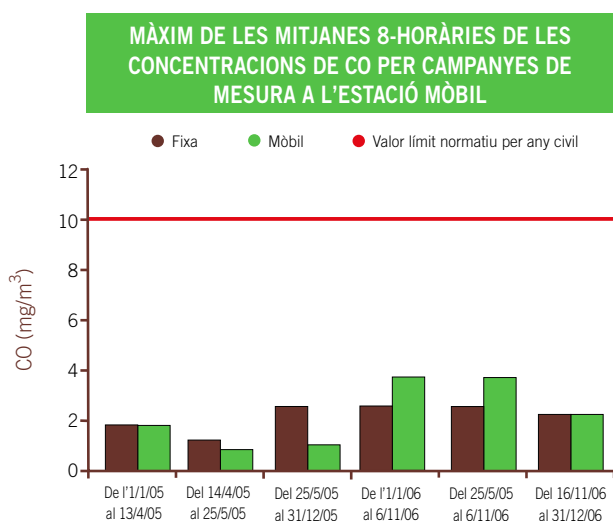


> ESTACIÓ MÒBIL

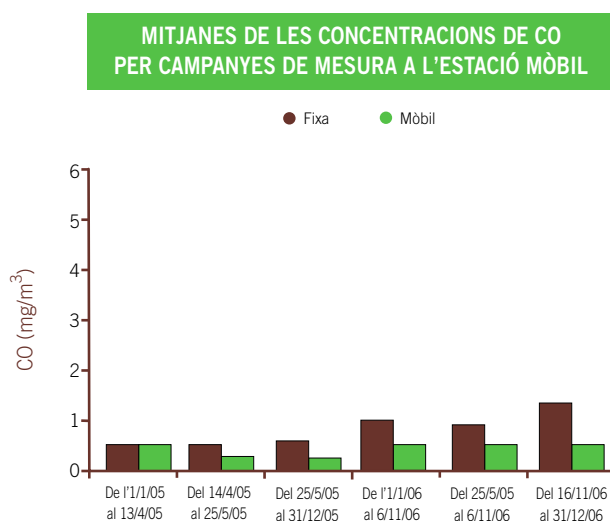
A continuació s'analitzen els resultats de les campanyes de mesurament mitjançant l'estació mòbil en relació amb l'estació fixa per emplaçaments:

MONÒXID DE CARBONI											
Any	2005						2006				Valor límit normatiu per any civil
Període	De l'1/1/05 al 13/4/05		Del 14/4/05 al 25/5/05		Del 25/5/05 al 31/12/05		De l'1/1/06 al 6/11/06		Del 16/11/06 al 31/12/06		
Estació	Mòbil	Fixa	Mòbil	Fixa	Mòbil	Fixa	Mòbil	Fixa	Mòbil	Fixa	
Àrea geogràfica	Vall sud	Vall central						Vall oriental		Vall central	
Zona	Sant Julià de Lòria	Escaldes-Engordany			Santa Coloma	Escaldes Engordany	Santa Coloma	Escaldes Engordany	Encamp	Escaldes Engordany	
Tipus	Urbà										
Màxim de les mitjanes 8 horàries del dia en mg/m³	1,7	1,7	0,8	1,3	1,0	2,6	3,3	2,5	2,3	2,3	10
Mitjana anual en mg/m³	0,4	0,4	0,2	0,4	0,2	0,5	0,5	1,0	0,6	1,4	-

> Taula 11: Concentracions de CO per campanyes



> Gràfic 23: Màxim de les mitjanes 8-horàries



> Gràfic 24: Mitjanes de les concentracions de CO

S'enregistren valors molt per sota del màxim de les mitjanes 8-horàries per a l'any civil als nuclis urbans de Sant Julià de Lòria, Santa Coloma i Encamp per als períodes de mesurament.

Es preveu el compliment del límit normatiu per al CO als nuclis urbans de Sant Julià de Lòria, d'Encamp i de Santa Coloma.

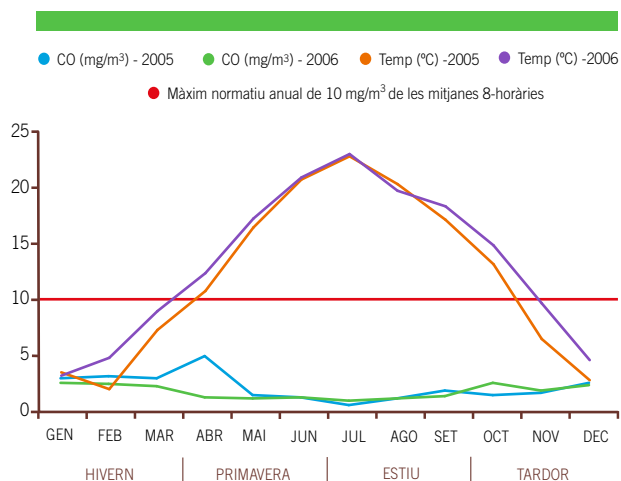
S'enregistren valors per sota del 50% del valors mesurats a l'estació fixa de la vall central per al CO als nuclis urbans de Sant Julià de Lòria, Santa Coloma i Encamp pels períodes de mesurament.



Comportament estacional

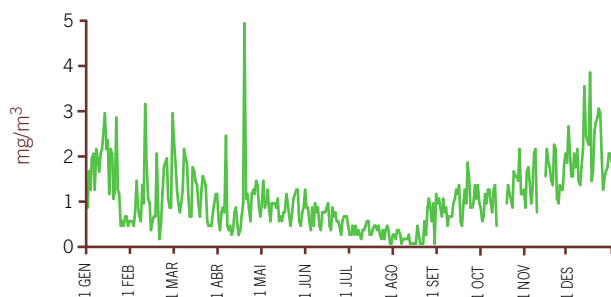
Cal remarcar un cert caràcter estacional en ambdós exercicis ja que els nivells d'immissió del CO s'incrementen lleugerament a la tardor fins a la primavera seguint un paral·lelisme amb el comportament del NO₂ i del SO₂.

Els valors màxims horaris presentats en els gràfics 26 i 27 confirmen el caràcter estacional d'aquest pol·luent. Els nivells enregistrats els anys 2005 i 2006 es poden considerar pràcticament equivalents.



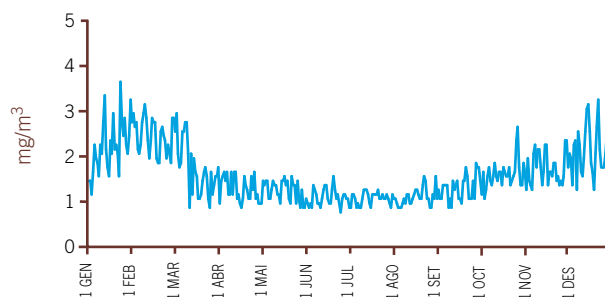
> Gràfic 25: Màxims mitjanes 8-horàries mensuals: Període 2005-2006 (Estació fixa d'Escaldes)

MÀXIMES HORÀRIES CO · ESCALDES 2005



> Gràfic 26

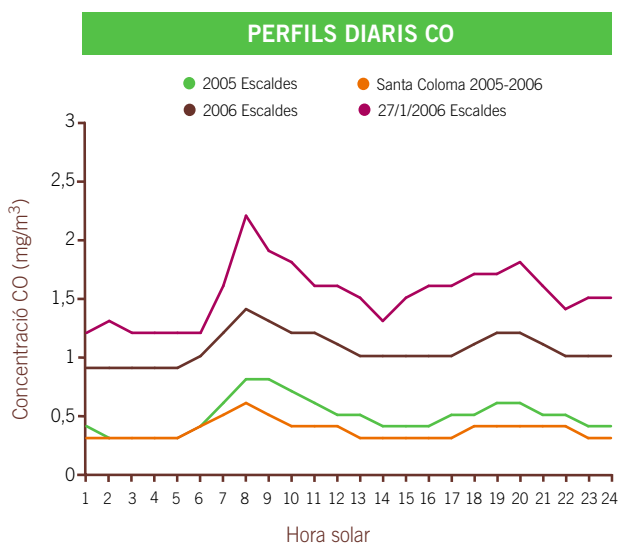
MÀXIMES HORÀRIES CO · ESCALDES 2006



> Gràfic 27

Comportament diari

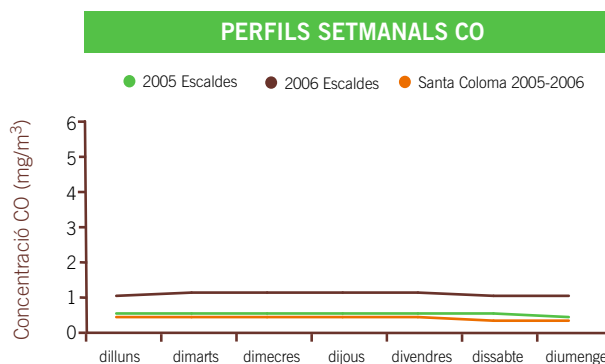
Dels **perfils diaris** del monòxid de carboni CO s'observa com per al diòxid de nitrogen un primer màxim de contaminació als voltants de les 9 h (hora local) i segon màxim menys agut i menys important durant la tarda.



> Gràfic 28: Perfils diaris per al CO

Comportament setmanal

Els **perfils setmanals** del CO també segueixen la mateixa tendència de disminuir el seu nivell d'immissió el cap de setmana. No obstant això, és pràcticament inapreciable i es pot considerar que el nivell es manté pràcticament constant.



> Gràfic 29: Perfils setmanals per al CO

• LES MODELITZACIONS

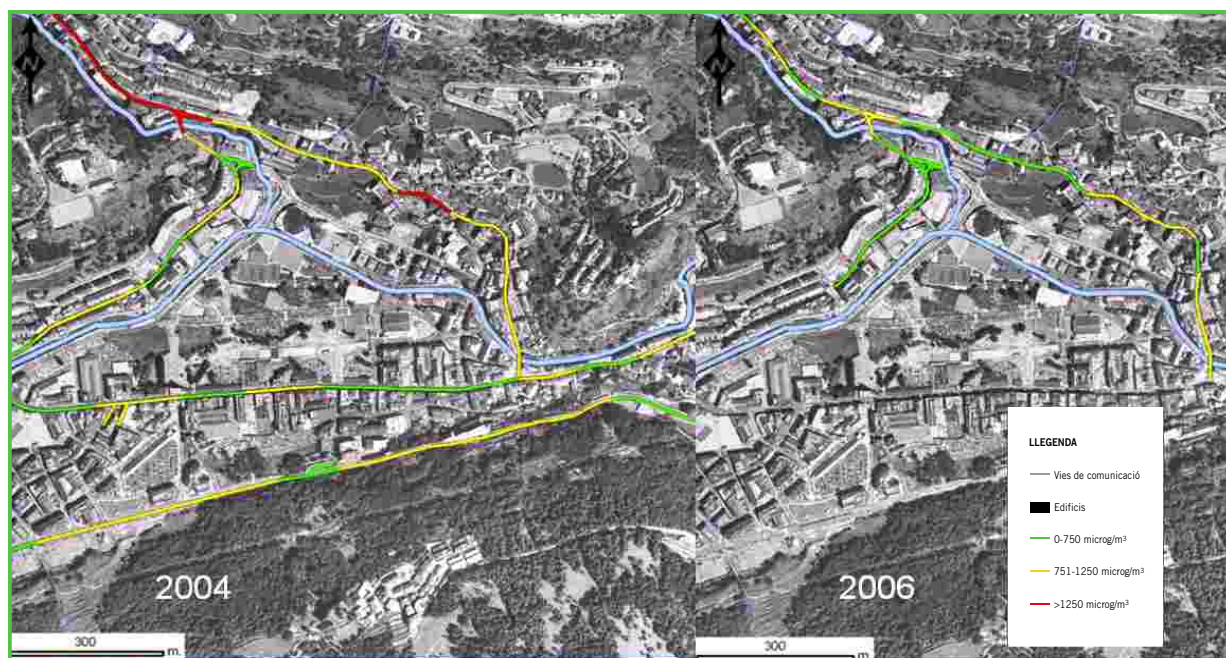
I) Vall central

Contaminació de proximitat al trànsit - túnel del Pont Pla

En el mapa 15 queden representats els nivells d'immissió del diòxid de carboni CO en tots els trams modelitzats al voltant dels accessos al túnel del Pont Pla abans i després de la seva posada en funcionament.

La representació dels resultats de la modelització utilitza com a valor de referència mitjà anual 1 mg/m^3 aplicat en la normativa alemanya.

L'evolució dels nivells d'immissió de CO en els vials que envolten els accessos al túnel del Pont Pla millora considerablement després de l'entrada en servei d'aquesta infraestructura. El valor de referència utilitzat es respecta l'any 2004 en un 35% de la xarxa viària estudiada, mentre que per al 2006 es respecta en un 98% de la xarxa viària estudiada.



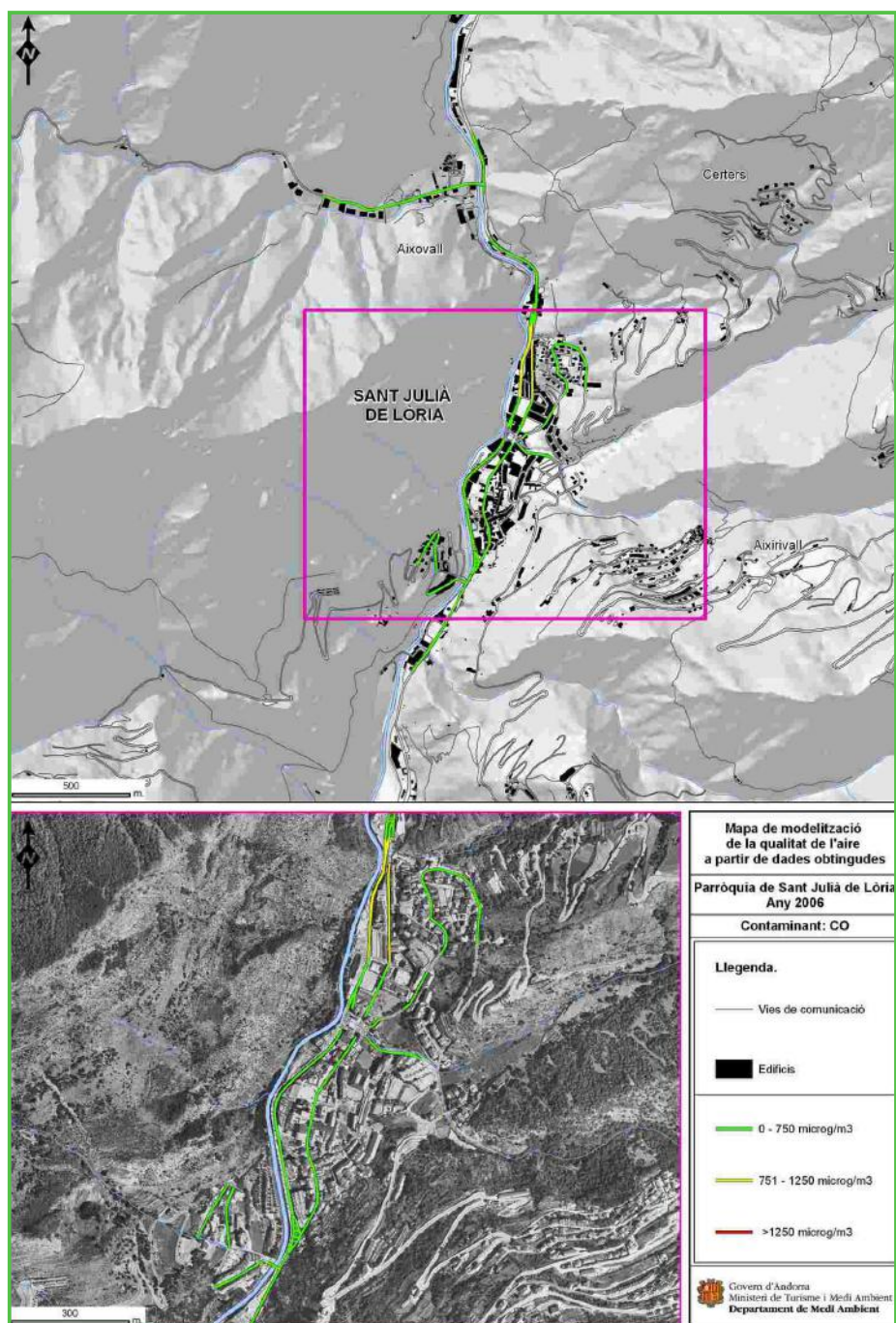
> Mapa 15: Modelització STREET - Anys 2004-2005

II) Vall sud

El mapa 16 correspon a la modelització STREET realitzada a la vall sud per a l'any 2006.

En el 100% de la xarxa viària de la vall sud que ha estat modelitzada els valors obtinguts de CO estan per sota de la referència de 1 mg/m^3 .

Els valors més elevats se situen, com pels contaminants estudiats anteriorment, a les avingudes Rocafort (especialment al tram nord) i Verge de Canòlich (els carrers del centre urbà que presenten un cert efecte canó).

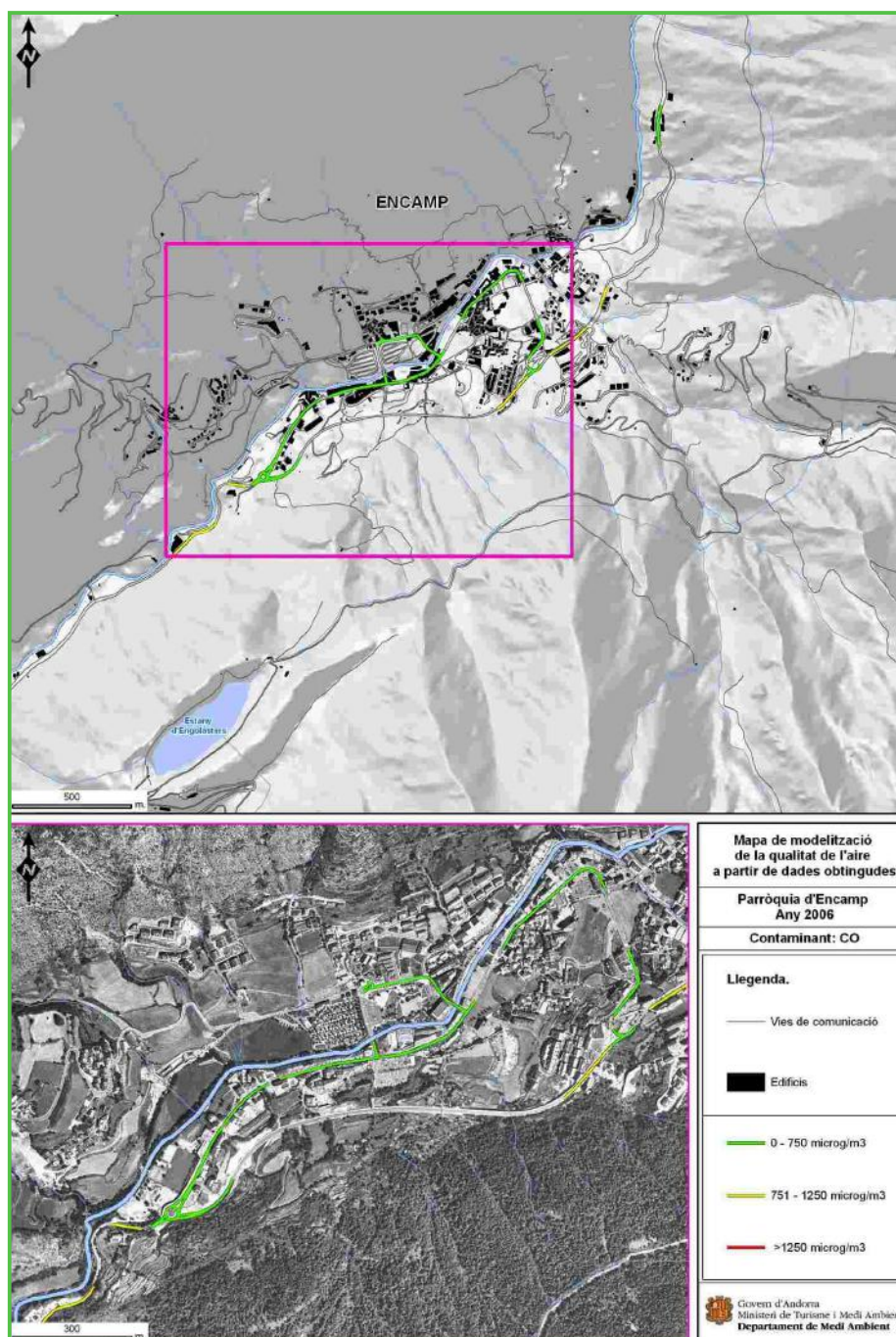


> Mapa 16: Modelització STREET · Sant Julià de Lòria - Any 2006

III) Vall oriental (sector Encamp)

El mapa 17 il·lustra els resultats de la modelització STREET dels carrers del nucli urbà d'Encamp per a l'any 2006.

Els trams que presenten nivells més alts de concentració de CO (nivells superiors a 1 mg/m³) es troben a les vies d'accés al nucli urbà al voltant de les rotondes nord i sud que limiten el vial de desviació d'Encamp. Els resultats concorden amb els dels altres contaminants estudiats.



> Mapa 17: Modelització STREET - Encamp - Any 2006

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 és 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 HPA (Hidrocarburs Policíclics Aromàtics). 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).

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 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 més o menys en 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

PM10				
Any	2005	2006	Valor límit normatiu a Andorra	Futur valor límit normatiu a Europa
Estació	Fixa			
Àrea geogràfica	Vall central			
Zona	Escaldes-Engordany			
Tipus	Urbà			
Valor mitjana any civil en µg/m³	30	30	20	40
Nombre de superacions del límit diari de 50 µg/m³	33	34	7	35

> Taula 12: Resultats de partícules PM10

Incompliment de la normativa relativa als nivells de qualitat de l'aire de les partícules PM10 per als anys 2005 i 2006, a la vall central.

S'han enregistrat els 2 anys ultra-passaments del valor mitjà anual i del nombre de superacions diàries de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Els nivells mitjans anuals i el nombre de superacions enregistrats a l'estació fixa de la vall central són pràcticament els mateixos per als anys 2005 i 2006.

L'esborrany de la nova directiva europea preveu un límit anual per a les PM10 de 40 µg/m³ i un màxim de 35 superacions del límit diari de 50 µg/m³.

En cas d'aprovació a escala europea i posterior transposició a la legislació andorrana dels nous valors, es complirien tots els nivells normatius en referència a les partícules PM10.

PM10		
Any	2005	2006
Estació	Fixa	
Àrea geogràfica	Vall central	
Tipus	Urbà	
Taxa de funcionament en %	97,7	94,2
% de valors < a 20 µg/m³	44,5	44,9
% de valors >= a 20 µg/m³	55,5	55,1

> Taula 13: Índexs relatius al valor per l'estació fixa

Per als dos anys estudiats, a l'estació fixa s'observa que prop del 55% del temps els nivells mesurats se situen per sobre del límit anual de 20 µg/m³.

Els mesuraments de les partícules es duen a terme mitjançant mesuraments amb microbalança (TEOM) a fi de disposar de dades en temps reals. Els resultats no inclouen les partícules en suspensió volàtils. Els valors presentats poden infravalorar els nivells reals de partícules de l'ordre del 30%.

> PARTÍCULES PM10 · ESTACIONS MÒBILS

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

PM10																	
Any	2005									2006				Valor límit normatiu per any civil	Valor límit europeu per any civil		
Període	De l'1/1/05 al 13/4/05		Del 14/4/05 al 25/5/05		Del 25/5/05 al 31/12/05		Del 15/7/05 al 27/7/05			De l'1/1/06 al 6/11/06		Del 16/11/06 al 31/12/06					
Estació	Mòbil	Fixa	Mòbil	Fixa	Mòbil	Fixa	Mòbil	Mòbil2	Fixa	Mòbil	Fixa	Mòbil	Fixa				
Àrea geogràfica	Vall sud		Vall central									Vall oriental				Vall central	
Zona	Sant Julià de Lòria		Escaldes-Engordany			Santa Coloma	Escaldes Engordany	Santa Coloma		Escaldes Engordany	Santa Coloma	Escaldes Engordany	Encamp			Escaldes Engordany	
Tipus	Urbà																
Valor mitjana (µg/m³)	25	33	21	24	26	29	31	28	31	28	30	39	34	20	40		
Nombre de superacions del límit diari de 50 µg/m³	7	19	0	0	8	14	0	0	1	28	25	12	9	7	35		

> Taula 14: Resultats de les campanyes de mesurament de les partícules PM10 - Anys 2005 i 2006

Tots valors de les mitjanes i del nombre de superacions del límit diari per les partícules PM10 durant les campanyes de mesurament dels anys 2005 i 2006 se situen per sobre del límit anual normatiu andorrà. No obstant això, se situen en tots els casos per sota del límit previst en l'esborrany de la futura directiva europea.



De l'anàlisi per campanyes de mesurament es conclou el següent:

Sant Julià de Lòria (de l'1/1/05 al 13/4/05)

La mitjana corresponent al període de mesura se situa un 25% per sota dels valors enregistrats a l'estació fixa de la vall central. El nombre de superacions és un 63% inferior.

Escaldes-Engordany (del 14/4/05 al 25/5/05)

La col·locació de l'estació mòbil a proximitat de l'estació fixa d'Escaldes-Engordany ha permès comprovar que els valors entre les dos estacions són similars malgrat que no disposaven del mateix emplaçament.

Santa Coloma (del 25/5/05 al 6/11/06)

La campanya de mesura de 18 mesos al nucli de Santa Coloma complementa les dades de l'estació fixa de referència de la vall central situada a Escaldes-Engordany.

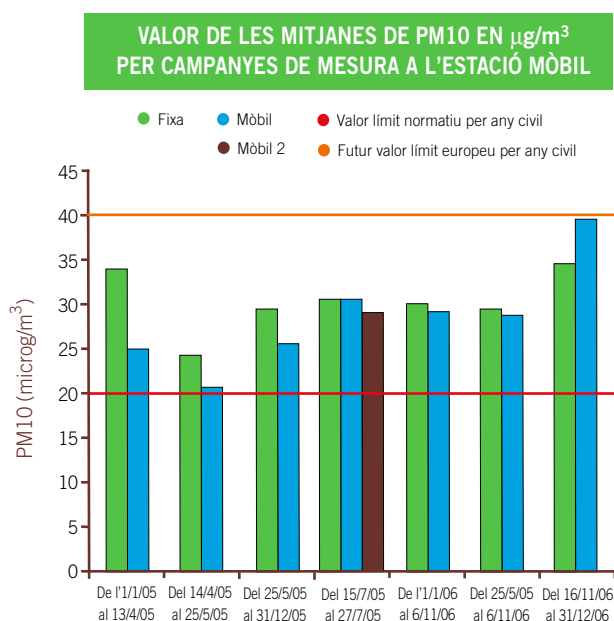
S'observa que els nivells de PM10 i el nombre de superacions són del mateix ordre als valors obtinguts a l'estació fixa.

Els resultats de la campanya de mesurament de l'estació de partícules (mòbil 2) a l'exterior de l'edifici Nexus de Santa Coloma són lleugerament inferiors als de l'estació mòbil situada al carrer dels Sartells de Santa Coloma.

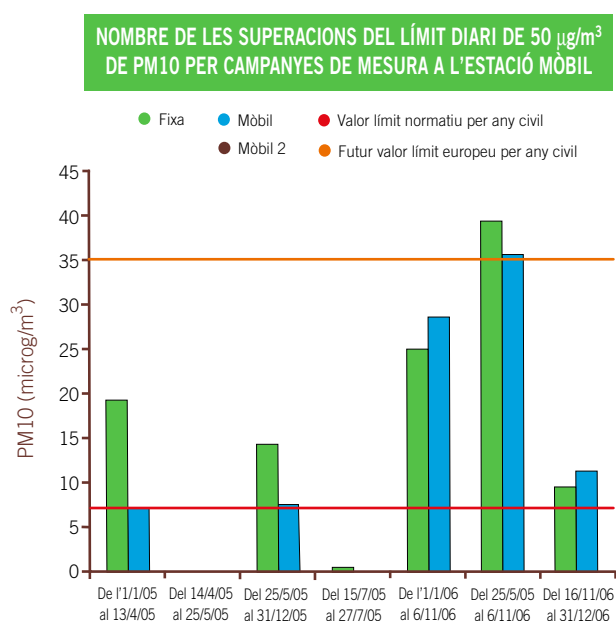
Encamp (del 16/11/06)

De la campanya de mesura de curta durada (1 mes) en període de màxima concentració d'aquest contaminant realitzada al nucli urbà d'Encamp (aparcament del Prat Gran) s'observa que els nivells de PM10 són superiors respecte als de l'estació fixa de la vall central (15% per als valors mitjans i del 33% per a les superacions). Aquests nivells no segueixen la mateixa tendència que per als altres contaminants primaris mesurats al mateix indret.

Durant el 2007, l'estació mòbil continuarà mesurant els nivells a Encamp per seguir els nivells d'immissió dels contaminants en un període més representatiu.



> Gràfic 30: Mitjanes de PM10 per campanyes



> Gràfic 31: Nombre de superacions de PM10 per campanyes



> PARTÍCULES PM2,5 · ESTACIÓ FIXA

Actualment no existeix una normativa respecte a les partícules fines PM2,5. No obstant això, l'esborrany de projecte de la directiva europea fixa un valor límit mitjà anual de 25 µg/m³.

A Andorra s'han mesurat durant els anys 2005 i 2006 els nivells de partícules PM2,5 a l'estació fixa de referència de la vall central i a Santa Coloma.

Els nivells de partícules PM2,5 per al període de mesurament són inferiors als valors orientatius de l'esborrany de legislació europea.

PM2,5			
Any	2005	2006	Futur valor límit europeu per any civil
Període	Del 29/7/05 al 2/10/05	Del 2/8/06 al 22/11/06	
Estació	Fixa		
Àrea geogràfica	Vall central		
Zona	Escaldes-Engordany		
Tipus	Urbà		
Valor mitjana PM2,5 (µg/m³)	8	12	-
Estimació valor mitjana any civil (µg/m³)	11	15	25
Percentatge PM2,5 / PM10	36%	50%	-

L'estació mòbil de partícules s'ha emplaçat en paral·lel a l'estació fixa com un mesurador més d'aquesta.

En la taula figura el valor mitjà anual estimat que se situa al voltant entre 11 i 15 µg/m³ 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%.

> Taula 15: Resultats de partícules PM2,5

> PARTÍCULES PM2,5 · ESTACIÓ MÒBIL

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

PM2,5										
Any	2005			2006						Futur valor límit europeu per any civil
Període	Del 30/11/05 al 31/12/05			De l'1/1/06 al 22/6/06			Del 24/11/06 al 31/12/06			
Estació	Mòbil2	Mòbil	Fixa	Mòbil2	Mòbil	Fixa	Mòbil2	Mòbil	Fixa	
Àrea geogràfica	Vall central						Vall oriental		Vall central	
Zona	Santa Coloma		Escaldes Engordany	Santa Coloma		Escaldes Engordany	Encamp		Escaldes Engordany	
Tipus	Urbà									
Valor mitjana PM2,5 (µg/m³)	20	-	-	14	-	-	9	-	-	-
Estimació valor mitjana any civil (µg/m³)	16	-	-	12	-	-	7	-	-	25
Valor mitjana PM10 (µg/m³)	-	33	38		32	34		41	37	-
Percentatge PM2,5 / PM10	61%	-	-	44%	-	-	18%	-	-	-

> Taula 16: Resultats de partícules PM2,5 per campanyes

Els valors mesurats a Santa Coloma són del mateix ordre que els de l'estació fixa situada també a la vall central.

Els nivells de PM2,5 del nucli urbà d'Encamp situada al Centre de Salut (al nord de l'emplaçament de l'estació mòbil) són un 40% inferiors als de la vall central.



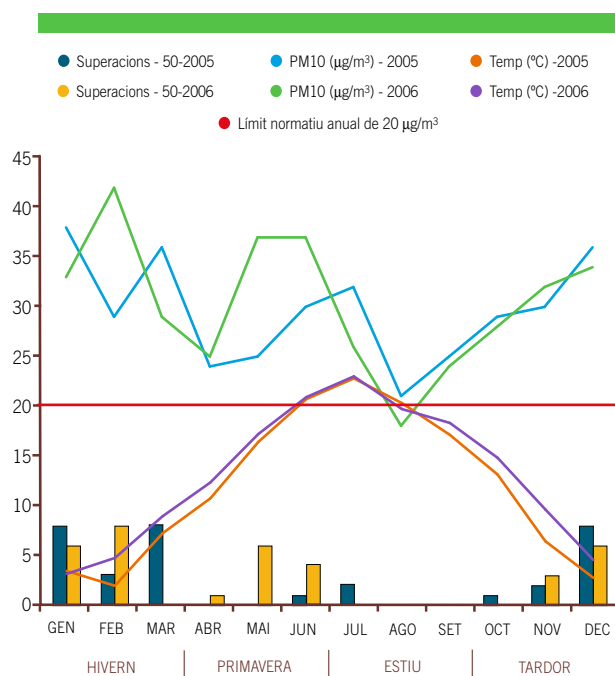
Comportament estacional

De la representació mensual de les concentracions de partícules PM10 a l'atmosfera (gràfic 32) s'observa que aquest contaminant no té un comportament típicament estacional i que les concentracions mensuals varien d'un any a l'altre. Els nivells d'immissió són alts durant tot l'any amb certa tendència a augmentar en els mesos d'hivern.

També, s'observa que per als 2 anys hi ha una disminució considerable dels nivells durant el més d'agost, fins a assolir per a l'any 2006 valors per sota del límit anual per a protecció de la salut humana ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Aquesta davallada dels nivells de pol·lució es pot explicar a partir de les condicions climàtiques i de l'alentiment dels sectors de la construcció (disminució de les obres i de la circulació de camions) i del transport escolar.

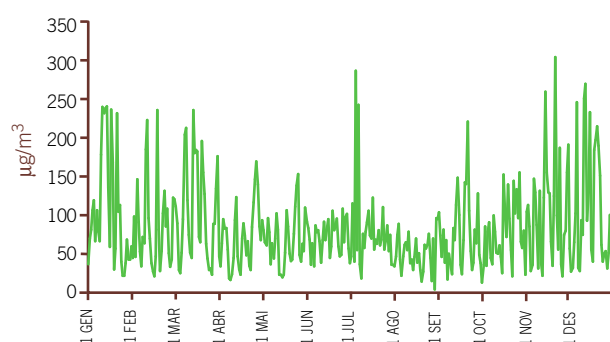
El nombre de superacions del límit diari de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ també són variables en el temps i d'un any a l'altre.

Les màximes horàries no presenten una estacionalitat tan evident com la resta de contaminants primaris. La majoria de màxims es produeixen durant al tardor i l'hivern però també es poden observar en les altres estacions de l'any. S'observen, per a l'any 2006, nivells molt febles durant les primeres setmanes del mes d'agost.



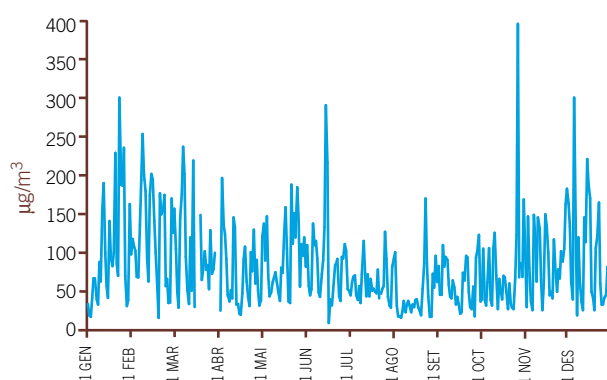
> Gràfic 32: Mitjanes mensuals i superacions. Període 2005-2006 (Estació fixa d'Escaldes)

MÀXIMES HORÀRIES PM10 · ESCALDES 2005



> Gràfic 33

MÀXIMES HORÀRIES PM10 · ESCALDES 2006



> Gràfic 34

Comportament diari

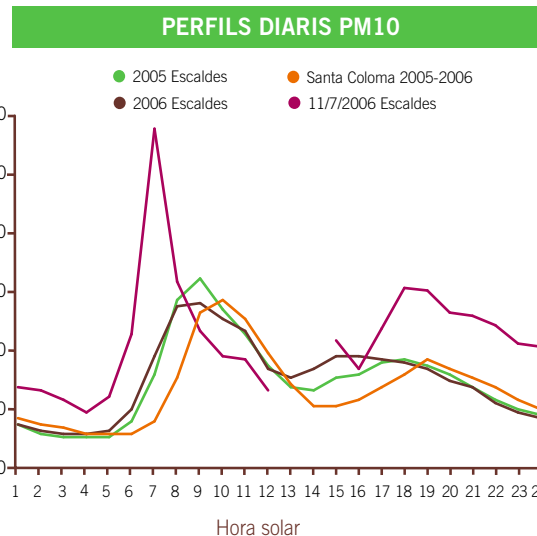
Els **perfils diaris** a l'estació d'Escaldes-Engordany i a Santa Coloma per als anys 2005 i 2006 són força similars i comparables.

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

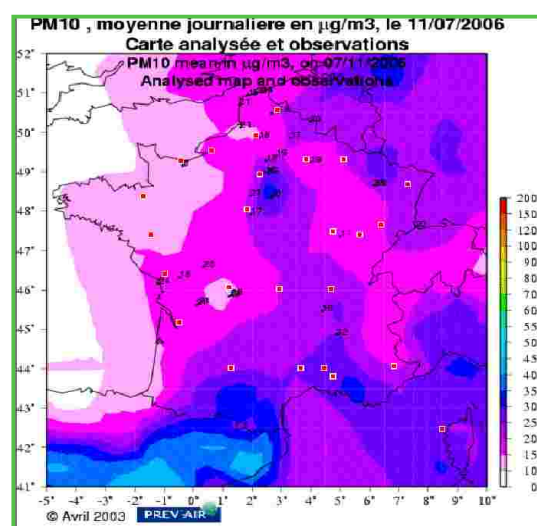
El perfil diari de l'11 de juliol del 2006 a Escaldes-Engordany mostra l'augment de les concentracions a causa d'un fenomen natural per l'arribada d'una bossa d'aire del Sàhara.

El **mapa regional** Prevair del dia 11 de juliol de 2006 il·lustra la presència de la llengua d'aire provinent del Sàhara centrada a bona part de la península Ibèrica, que va afectar també Andorra.

El valor mitjà d'immissió per a les partícules PM10 de tot aquest dia per a les estacions situades a Escaldes-Engordany i Santa Coloma va ser de $42 \mu\text{g}/\text{m}^3$, és a dir, un 40% superior respecte a la mitjana anual. El màxim horari enregistrat a l'estació fixa va ser de $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



> Gràfic 35

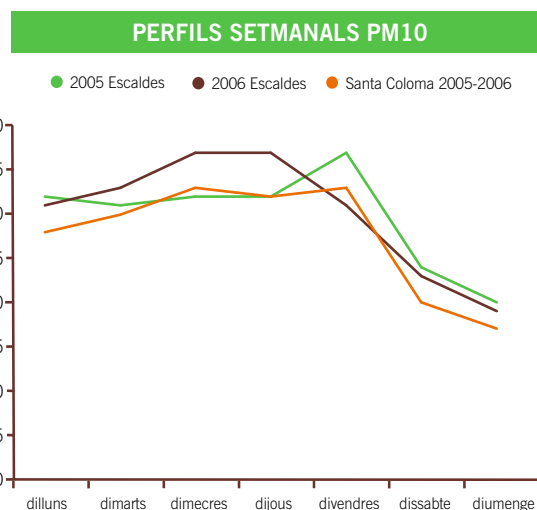


> Mapa 18

Comportament setmanal

Els **perfils setmanals** mostren una disminució significativa dels nivells el cap de setmana en relació amb les concentracions registrades els dies laborables.

Durant el cap de setmana s'assoleixen valors de partícules PM10 propers i fins i tot inferiors al límit normatiu anual. S'explica per l'alentiment dels sectors de la construcció (disminució de les obres i de la circulació de camions) i del transport escolar.

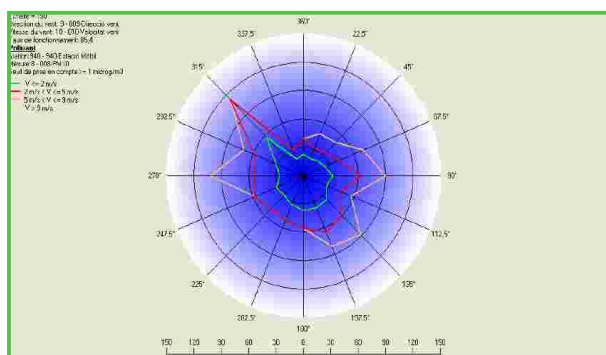


> Gràfic 36



Rosa de pol·luent

La rosa del pol·luent PM10 a l'estació mòbil emplaçada a Santa Coloma (període 25/05/05 al 06/11/06) no permet destacar una sola direcció preferencial d'origen de les partícules PM10. Les direccions est i sud-est coincideixen amb el que reflectia la rosa del NO₂.



> Figura 4

• LA XARXA MANUAL

Captador d'alt volum

La mesura de les partícules en suspensió de la fracció PM10 es realitza en les diverses campanyes que es duen a terme amb el captador d'alt volum (mètode de referència) 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 a l'estació fixa situada a Escaldes-Engordany (analitzador automàtic per microbalança) és diferent respecte al de l'estació manual (captador d'alt volum). Els valors enregistrats pel captador d'alt volum són habitualment superiors.

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.

PM10 - XARXA MANUAL				
Any	2005 - 2006	2006		Valor límit normatiu per any civil
Àrea geogràfica	Vall central	Vall sud	Vall central	
Parròquia	Escaldes Engordany	Sant Julià de Lòria	Santa Coloma	
Tipus	Urbà			
Captador	Alt volum			
Període	Del 17/11/05 al 9/1/06	Del 11/1/06 al 21/2/06	Del 7/4/06 al 6/5/06	20
Valor mitjana període (µg/m³)	35	32	28	
Valor mitjana període (µg/m³) · Estació fixa	32	43	26	

> Taula 17: Resultats dels nivells urbans de PM10 mesurats amb captador d'alt volum.

Els valors obtinguts en les campanyes realitzades en estacions urbanes durant els anys 2005 i 2006 són tots superiors al límit mitjà anual i inferiors als futurs valors europeus.

Cal destacar que els nivells de PM10 de Sant Julià de Lòria per al període de mesurament l'any 2006 són inferiors (25%) respecte als de l'estació fixa igual que la campanya de l'any 2005 amb l'estació de la xarxa automàtica.

Els valors de Santa Coloma i d'Escaldes són del mateix ordre respecte als de l'estació fixa de referència de la vall central.

Any	2005					2006			
Àrea geogràfica	Vall central								
Parròquia	Andorra la Vella								
Tipus	Periurbà		Trànsit			Periurbà		Trànsit	
Captador	Alt volum								
Període	Del 2/8/05 al 2/9/05	Del 14/9/05 al 14/10/05	Del 28/5/05 al 22/6/05	Del 1/7/05 al 31/7/05	Del 14/10/05 al 16/11/05	Del 9/5/06 al 29/6/06	Del 2/8/06 al 15/11/06	Del 30/6/06 al 27/7/06	Del 16/11/06 al 11/12/06
Valor mitjana període (µg/m³)	18	9	44	36	28	30	10	40	39
Valor mitjana període (µg/m³) Estació fixa	22	24	28	32	31	38	24	27	34

> Taula 18: Resultats dels nivells periurbans i de trànsit de PM10 mesurats amb captador d'alt volum.

Els valors obtinguts en zona periurbana en les campanyes realitzades durant els anys 2005 i 2006 són tots inferiors als valors obtinguts a l'estació fixa representativa dels nivells urbans de la vall central.

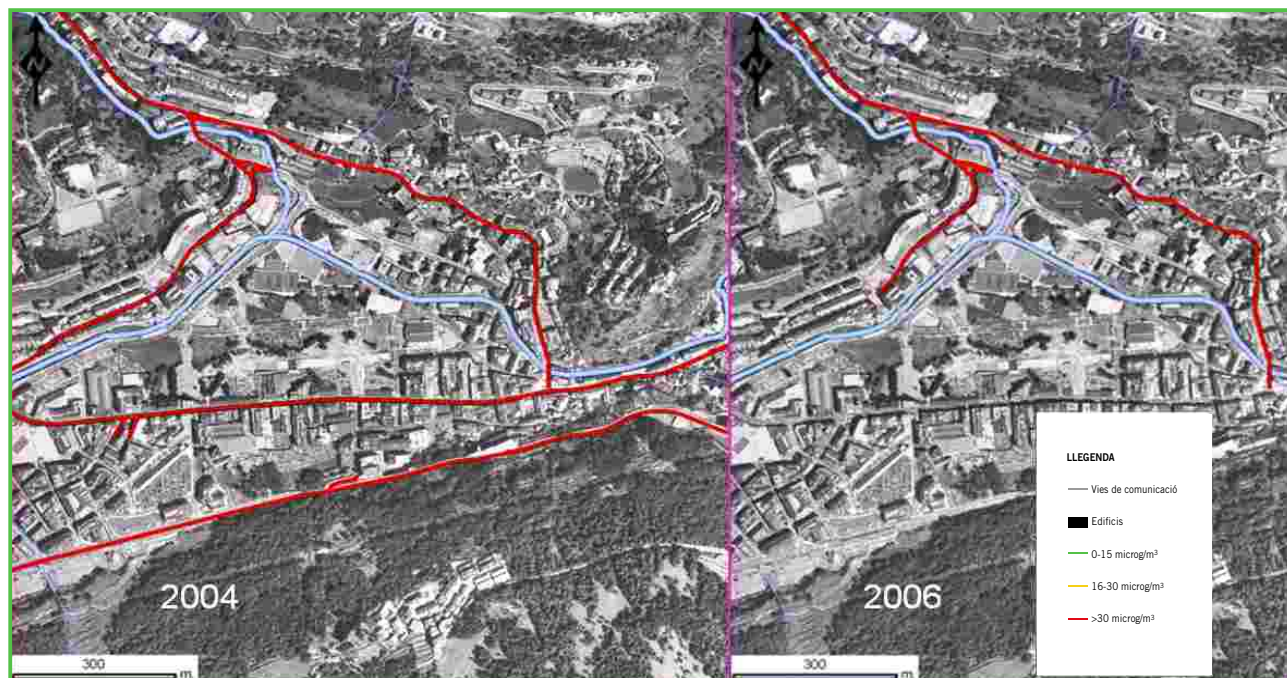
Els nivells de trànsit són generalment superiors als de l'estació fixa representativa dels nivells urbans de la vall central.

• LES MODELITZACIONS

I) Vall central

Contaminació de proximitat al trànsit - túnel del Pont Pla

Les modelitzacions presentades en el mapa 15 reflecteixen la situació de les partícules PM10 a les vies que comuniquen amb el túnel del Pont Pla amb anterioritat i posterioritat a la seva posada en servei.



> Mapa 19: Anys 2004-2006

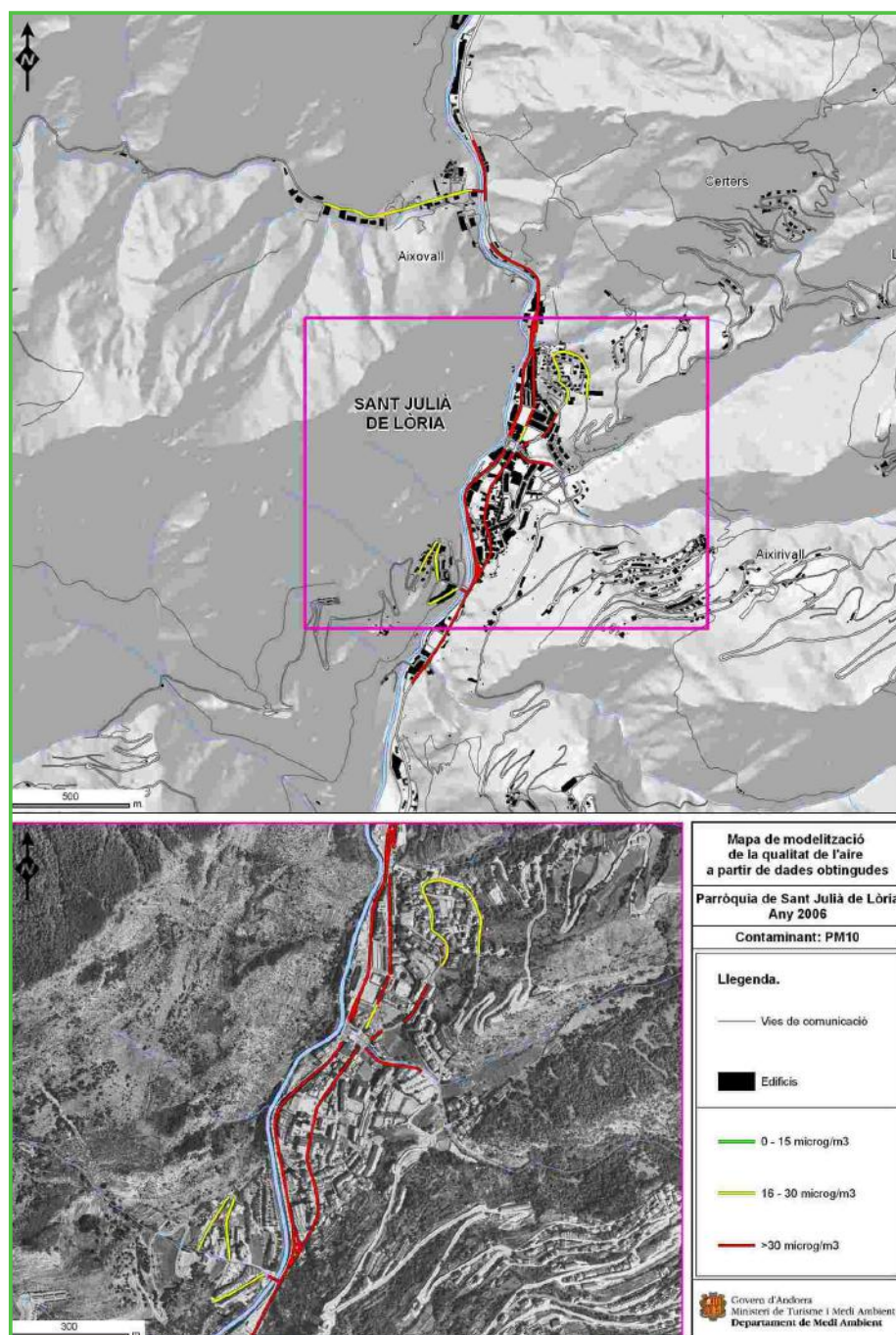
Es constata que malgrat que hi hagi hagut com per als altres contaminants una disminució general dels nivells d'immissió de partícules als trams viaris afectats, s'observa que tots els trams de la xarxa viària objecte de la simulació superen el llindar anual establert de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

II) Vall sud

El mapa següent correspon a la modelització STREET dels carrers de la vall sud (parròquia de Sant Julià de Lòria).

Tots els trams dels eixos viaris principals estan per sobre del valor límit normatiu de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (vermell). Les vies secundàries donen nivells inferiors i propers al límit normatiu andorrà (groc).

La influència del trànsit (carrers amb efecte canó, cruïlles i semàfors) és especialment notable en aquesta zona del país.

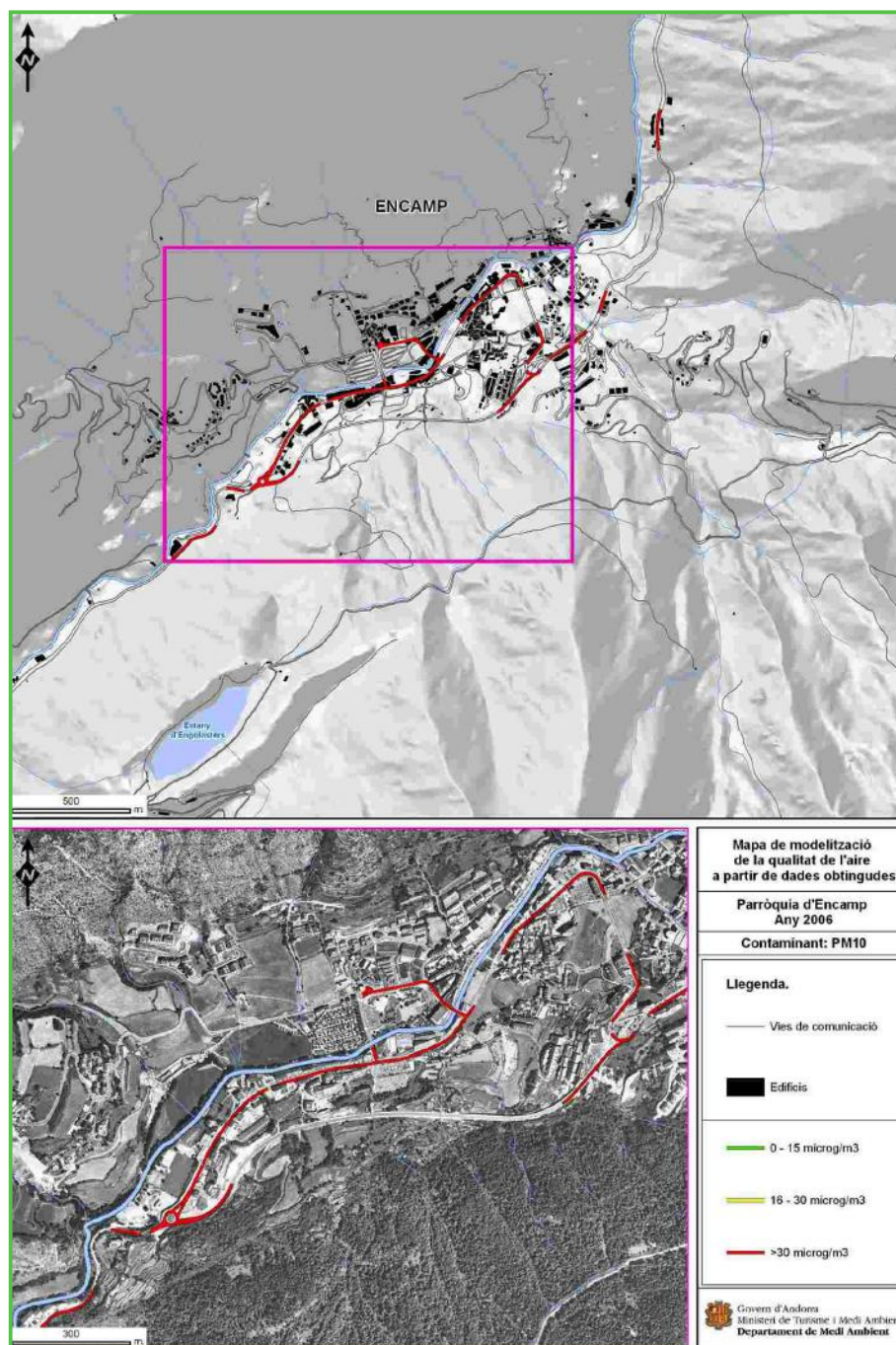


> Mapa 20: Modelització STREET · Sant Julià de Lòria - Any 2006

III) Vall oriental (sector Encamp)

La modelització realitzada al nucli urbà d'Encamp per a les partícules PM10 revela que els nivells d'immissió al voltant de totes les vies tractades presenten valors per sobre del límit anual reglamentat dels 20 µg/m³ per a la protecció de la salut humana.

Destaquen, però, els nivells que es donen als vials d'entrada i sortida just abans de trobar els punts rodons que distribueixen el trànsit cap a l'interior del nucli urbà i la perifèria. Els trams del vial de circumval·lació que han pogut ser modelitzats presenten valors entre un 50% i 130% superiors als de la zona urbana.



> Mapa 21: Modelització STREET · Encamp - Any 2006

4.5. L'OZÓ (O₃)

4.5.1. Les fonts

En l'estratosfera (entre 10 i 60 km d'alçada), 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'alçada), 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 O₃ es donen a l'estiu, a la perifèria de les zones on es troben 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

Comparació amb els nivells normatius

> ESTACIÓ FIXA PERIURBANA

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

Incompliment de la normativa relativa als nivells de qualitat de l'aire de l'ozó per als anys 2005 i 2006.

Any 2005

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

Any 2006

S'han enregistrat 5 superacions del llindar d'informació a la població.

No s'ha enregistrat cap superació del llindar d'alerta a la població.

> Taula 19: Resultats d'ozó a l'estació fixa d'Engolasters

L'any 2005, el dispositiu de mesurament a Engolasters va ser l'estació mòbil d'ozó, durant el període de licitació de l'estació fixa d'ozó que es va instal·lar a l'inici del l'any 2006.

Tant el màxim de les mitjanes 8-horàries com el nombre de superacions han estat superiors l'any 2006 respecte al 2005. Tots dos anys, aquests valors han estat superiors als valors límit normatiu. Cal destacar el notable increment de superacions l'any 2006 (54) respecte a l'any 2005 (27) i al límit normatiu (25).



El valor objectiu de l'AOT 40 correspon a la mitjana d'un període de 5 anys. Per tant, cal esperar disposar d'un històric de dades per concloure sobre el compliment o l'incompliment d'aquest objectiu. No obstant això, durant el 2005 i el 2006 els valors enregistrats són superiors al valor objectiu de 18.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$.

El llindar d'informació a la població es va superar únicament l'any 2006 en 5 ocasions. La durada màxima de superació ha estat de 4 hores. Les superacions s'han enregistrat en les franges horàries entre les 16 h i les 23.30 h. Les superacions han coincidit amb altres estacions dels països veïns, fet que corrobora l'abast regional de la pol·lució fotoquímica.

Durant els dos anys no s'ha superat el llindar d'alerta a la població.

> ESTACIÓ MÒBIL PERIURBANA I ESTACIONS URBANES

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

OZÓ					
Any	2006				
Període	De l'1/5/06 al 31/12/06	2006	De l'1/1/06 al 6/11/06	2006	Valors objectius normatius
Estació	Mòbil	Fixa	Mòbil	Fixa	
Àrea geogràfica	Vall sud	Vall central	Vall central		
Zona	Certers	Engolasters	Santa Coloma	Escaldes Engordany	
Tipus	Periurbà		Urbà		
Mitjana anual en µg/m³	84	80	58	46	-
Màxim de les mitjanes 8-horàries (µg/m³)	172	176	161	145	120
Nombre de superacions de les mitjanes 8-horàries 120 µg/m³	79	54	36	16	25
AOT 40 (µg/m³.h)	37.590	33.324	21.889	13.162	18.000
Nombre de superacions del llindar d'informació de 180 µg/m³	11	5	1	0	-
Nombre de superacions del llindar d'alerta de 240 µg/m³	0	0	0	0	-

> Taula 20: Resultats d'ozó a l'estació mòbil periurbana i a les estacions urbanes

Incompliment de la normativa relativa als nivells de qualitat de l'aire de l'ozó per als anys 2005 i 2006 a totes les estacions de mesurament.

Els nivells enregistrats a l'estació mòbil d'ozó són propers als de l'estació fixa d'ozó a causa de la seva situació en zona periurbana. L'ozó es forma a partir de contaminants primaris en presència de radiació solar als afores dels nuclis urbans.

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



S'han comparat els resultats de l'estació mòbil d'ozó situada al periurbà de Sant Julià de Lòria (Certsers) – Vall sud, respecte als de l'estació fixa d'ozó ubicada al periurbà de la vall central a Engolasters per al període de l'1/5/06 al 31/9/06.

El coeficient de correlació és de 0,84.

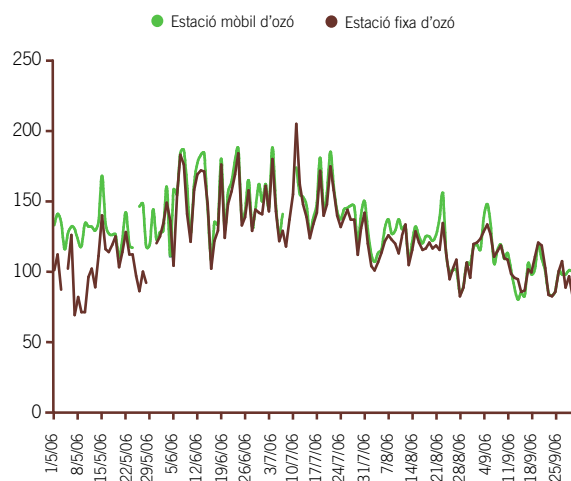
La mitjana de les concentracions d'ozó mesurada per al període considerat a les dos estacions és pràcticament la mateixa (diferència de 0,5%).

La representació il·lustra nivells horaris lleugerament superiors a Certers. La taula 20 mostra un nombre més alt de superacions a Certers. No obstant això, la variació és poc significativa.

	Estació mòbil d'ozó	Estació fixa d'ozó	Correlació
Mínim	18	26	
Màxim	187	204	
Mitjana	98,9	99,4	

> Taula 21: Valors enregistrats a Certers i Engolasters

REPRESENTACIÓ DELS NIVELLS D'OZÓ ENREGISTRATS A LES ESTACIONS FIXA I MÒBIL D'OZÓ PERÍODE 1/5/06 AL 31/9/06



> Gràfic 37: Nivells horaris d'ozó

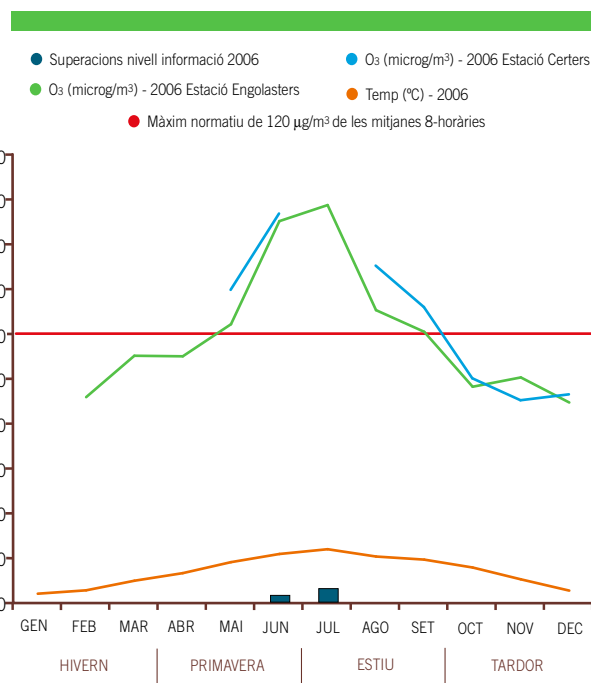
Es conclou que l'estació fixa d'ozó situada a Engolasters és representativa dels nivells d'ozó de les valls central i sud (parròquies d'Andorra la Vella, Sant Julià de Lòria i Escaldes-Engordany).

Comportament estacional

Les concentracions d'ozó que apareixen en el gràfic 37 corresponen als valors de les màximes 8-horàries per a cada mes de l'any.

Aquest contaminant té una caràcter molt estacional centrat a l'estiu a causa de les condicions meteorològiques d'aquesta estació i a la química de l'ozó.

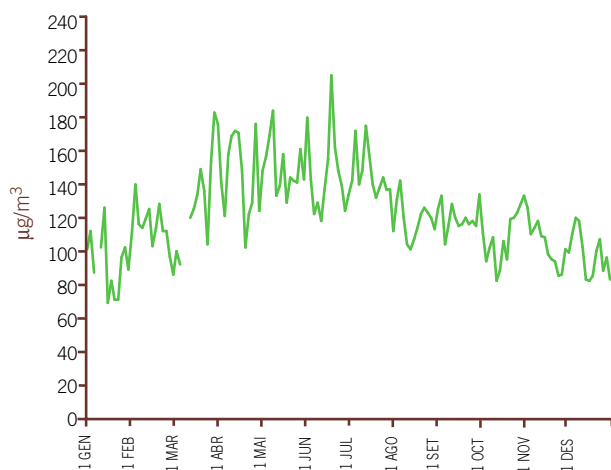
La representació gràfica de les màximes horàries durant la campanya de mesura d'estiu de l'any 2006 revela als mesos de juny i juliol com als més crítics per l'ozó.



> Gràfic 38: Màxims mitjanes 8-horàries mensuals i superacions. Període 2005-2006

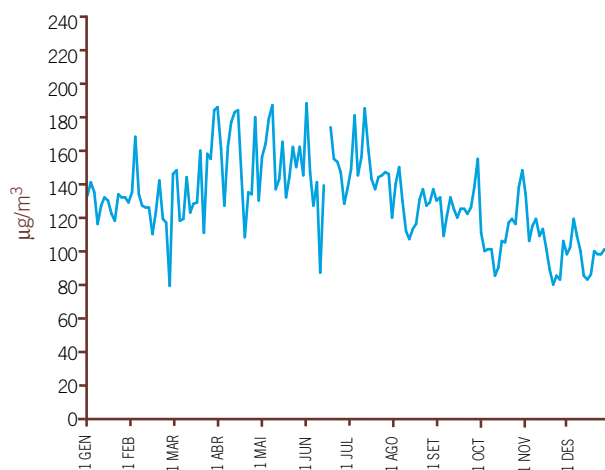
La radiació solar durant l'agost és lleugerament inferior respecte als mesos anteriors. Durant l'agost també s'observa una reducció de l'activitat laboral i industrial pròpia d'aquest període, fets que impliquen una disminució dels nivells d'ozó durant l'agost.

MÀXIMES HORÀRIES OZÓ · ENGOLASTERS - 2006



> Gràfic 39

MÀXIMES HORÀRIES OZÓ · CERTERS - 2006



> Gràfic 40

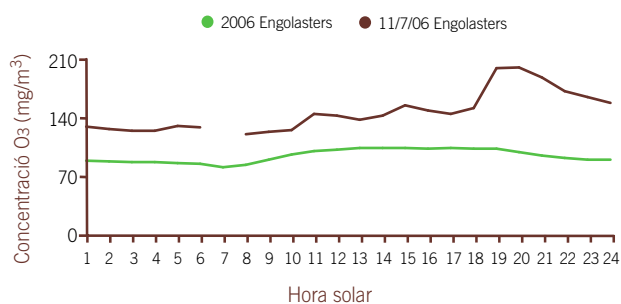
La superació del nivell d'informació que es va donar el dia 11 de juliol no va quedar enregistrada a l'estació mòbil emplaçada a Certers per una avaria en el sistema d'adquisició de dades tal com es pot comprovar en els gràfics 39 i 40.

Comportament diari

Dels **perfils diaris** de l'ozó O_3 s'observa que a diferència dels contaminants primaris, els màxims s'enregistren a partir del migdia, a causa de l'augment de la radiació solar.

La corba marró il·lustra el perfil diari de l'11/7/06, dia atípic de superació del llindar d'informació a la població.

PERFILS DIARIS OZÓ

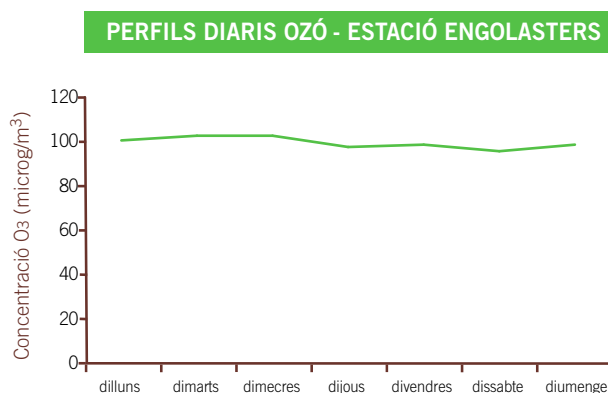


> Gràfic 41

Comportament setmanal

Els **perfils setmanals** de l'ozó no varien significativament durant la setmana.

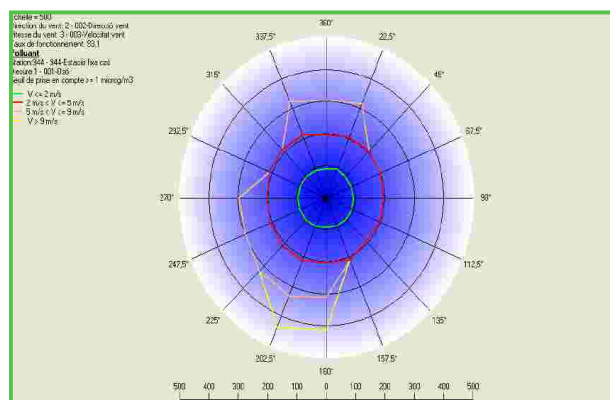
Els nivells dels dies laborables i dels caps de setmana són equivalents.



> Gràfic 42: Perfils setmanal de l'ozó

Rosa de pol·luent

La **rosa del pol·luent** ozó corresponent a l'estació d'Engolasters indica un predomini més gran en la direcció sud-oest per al mateix període de mesura analitzat fins ara.



> Figura 5: Rosa del pol·luent ozó

Ultrapassaments del nivell d'informació a la població

Durant l'any 2005 no s'ha ultrapassat el nivell horari de $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en cap estació de vigilància de la qualitat de l'aire.

L'any 2006 s'han enregistrat ultrapassaments d'aquest llindar d'informació a la població.

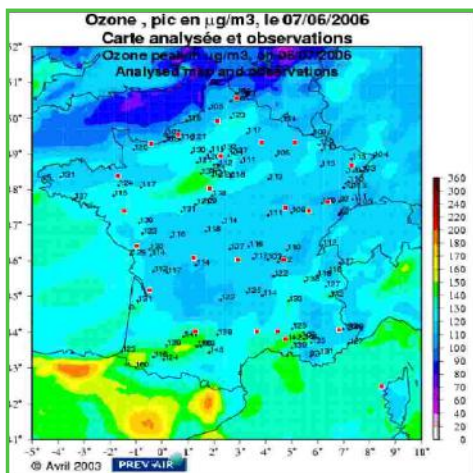
Les estacions de mesurament estaven llavors ubicades a Engolasters i Certers (estació fixa i mòbil respectivament).

El protocol adoptat preveu l'avís a la població quan dues estacions enregistren valors horaris superiors al llindar normatiu.

Per tant, l'any 2006 s'han dut a terme 5 avisos de superació del llindar d'informació a la població.

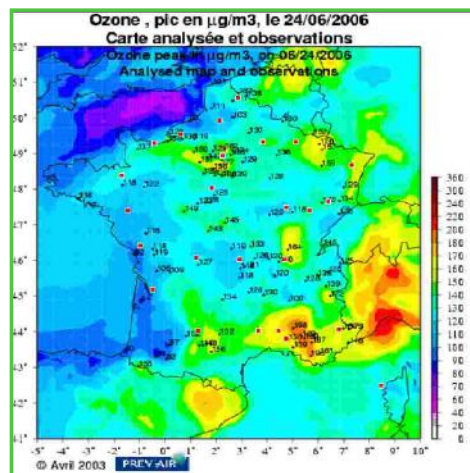
Els mapes Prevoir següents il·lustren l'abast regional de l'ozó. Es visualitzen els nivells reals d'ozó registrats a les zones veïnes els dies on s'han produït els ultrapassaments a Andorra.

7/6/06 a les 19.30 h - Durada: 3 hores



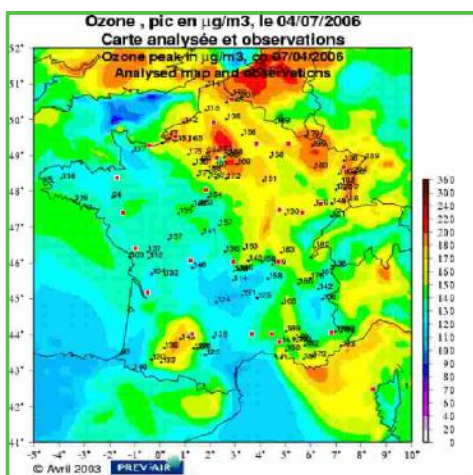
> Mapa 22: Prevair del 7/6/06

24/6/06 a les 17.30 h - Durada: 1 hora



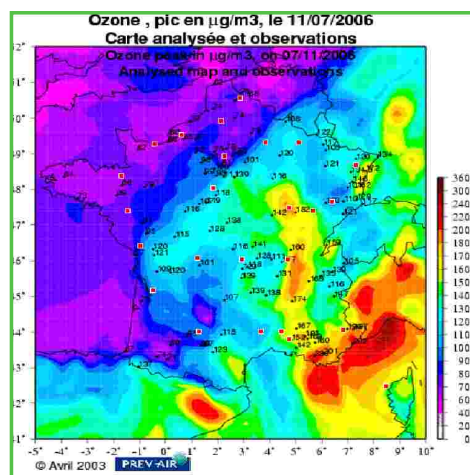
> Mapa 23: Prevair del 24/6/06

4/7/06 a les 17.30 h - Durada: 1 hora



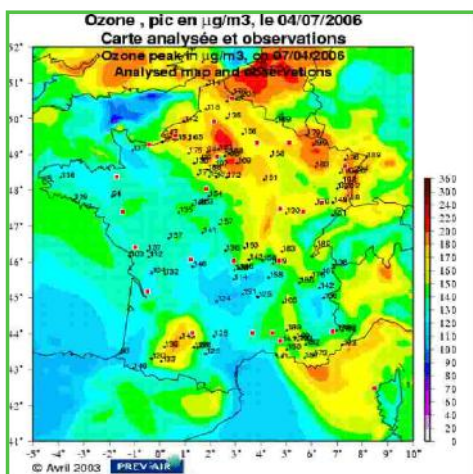
> Mapa 24: Prevair del 4/7/06

11/7/06 a les 18 h - Durada: 3 hores



> Mapa 25: Prevair de l'11/7/06

21/7/06 a les 19 h - Durada: 1 hora



> Mapa 26: Prevair del 21/7/06

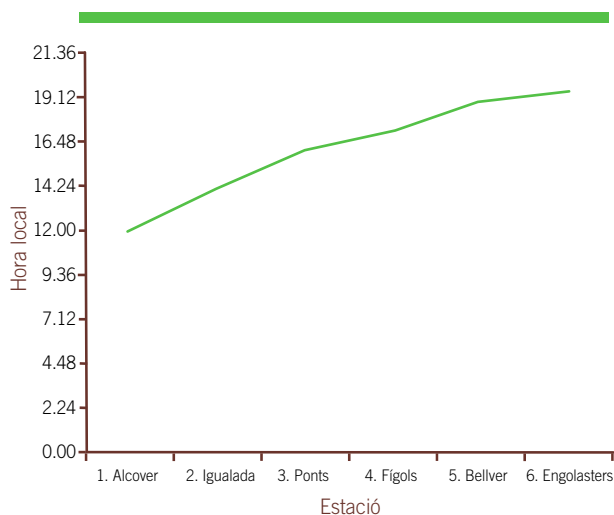
Tots els ultrapassaments s'han produït entre les 17.30h i les 19.30h. Les durades han estat d'entre 1 hora i 3 hores.

Per tant, els ultrapassaments del llindar d'informació a la població s'han enregistrat a finals de tarda i la seva durada és curta.

L'anàlisi del dia en què es va produir la superació més important del nivell d'informació a la població (11 de juliol del 2006) ens pot aportar més informació sobre el comportament d'aquest contaminant secundari de caràcter transfronterer. Dels cinc avisos d'ultrapassament del llindar d'informació a la població registrats al país l'estiu del 2006, aquesta va ser l'única en què també es va ultrapassar el nivell de $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en una hora a una estació urbana, concretament a Santa Coloma a les 19.30 h hora local (no es va enregistrar l'ultrapassament a l'estació fixa d'Escaldes-Engordany).



> Mapa 26: Estacions de mesurament de l'ozó. Font: EEA

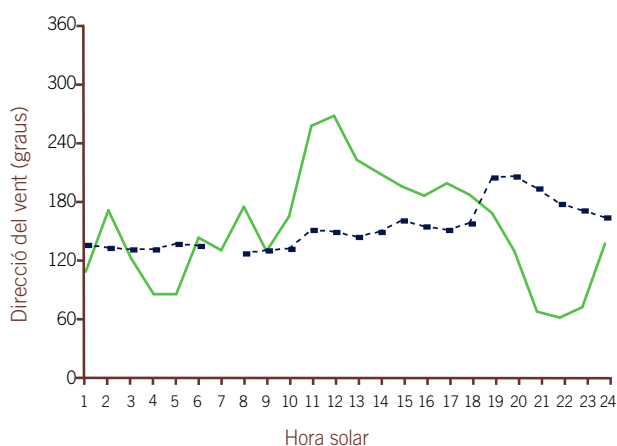


> Gràfic 43: Evolució territorial de l'aparició d'un llindar d'informació d'ozó el dia 11 de juliol de l'any 2006

Es constata l'abast regional de l'ozó que evidentment repercuteix a nivell local com és el nostre cas. Els mapes 25 i 27 reflecteixen d'una forma clara l'evolució d'aquest contaminant, que el dia 11 de juliol del 2006 presentava uns forts nivells d'immissió a la zona de Catalunya.

En el gràfic 43 queda constància del moment en què es van anar produint les superacions a les diverses estacions de mesurament en territori català i a Andorra. Entre el primer avís que es va produir a les comarques de Tarragona i la superació que es va donar a l'estació d'Engolasters van passar 7 hores i mitja.

PERFIL DIARI 11/7/06 DIRECCIÓ DEL VENT ESTACIÓ ENGOLASTERS

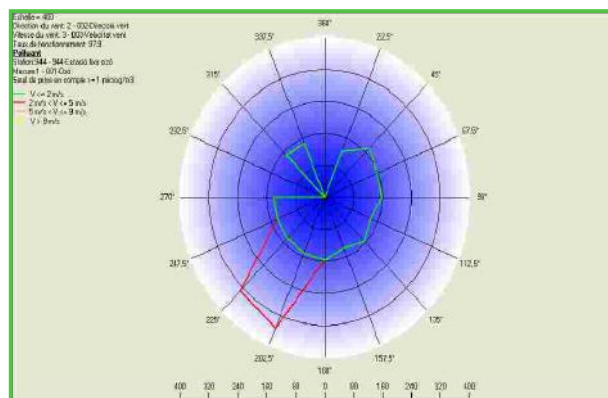


> Gràfic 44

El perfil de la direcció del vent del gràfic 44 (amb la corba discontinua que representa el perfil d'ozó corresponent) i la rosa de pol·luent de la figura 6 per a aquest dia mostren que durant l'augment de les concentracions d'ozó els vents tenien una orientació sud-oest-sud. S'observa que a partir de les 21 h s'inverteix la direcció del vent, la qual cosa afavoreix la disminució del contaminant.

A causa de l'orografia del nostre país, els vents sempre circulen per les canals de les valls que configuren el territori, donant així unes direccions preferents que actuen generalment de la mateixa forma (ascendents durant el dia i descendents durant la nit).

Per tant, els nivells d'ozó que s'enregistren a Andorra tenen una gran influència de les emissions de òxids de nitrogen i dels compostos orgànics volàtils (contaminants precursors de l'ozó) que es realitzen a Catalunya. És per aquest motiu que s'han detectat més ultrapassaments de les superacions de les mitjanes 8-horàries i del llindar d'informació a l'estació situada més al sud del país (estació mòbil d'ozó a Certers).



> Figura 6

4.6. EL BENZÈ (C_6H_6)

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) 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 poden ser les estacions de servei o cert 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

Any	2005			Valor límit normatiu
Estat	Perenne			
Àrea geogràfica	Vall central			
Tipus	Periurbà	Urbà	Trànsit	
Mitjana anual en µg/m³	0,4	2,0	2,6	5

Compliment de la normativa relativa als nivells de qualitat de l'aire del benzè per als anys 2005 i 2006.

Any	2006									Valor límit normatiu
Estat	Perenne	Puntual		Perenne	Puntual		Perenne	Puntual		
Àrea geogràfica	Vall central	Vall oriental	Vall sud	Vall central	Vall oriental	Vall sud	Vall central	Vall oriental	Vall sud	
Tipus	Periurbà			Urbà			Trànsit			
Mitjana anual en µg/m³	0,6	0,5	0,6	1,8	1,1	1,4	2,6	1,5	2,1	5

> Taules 22 i 23: Resultats del benzè obtinguts de la xarxa manual anys 2005 i 2006

Els valors mesurats per al 2005-2006 han estat en les zones periurbanes, urbanes i properes al trànsit i estan compreses entre els valors següents:

- **Periurbanes:** 0,4 i 0,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \pm 20\%$ - **Urbanes:** 1,1 i 2,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \pm 20\%$ - **Trànsit:** 1,5 i 2,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \pm 20\%$

Tots els valors mesurats en estacions periurbanes, urbanes i trànsit de les valls central, sud i oriental (només el nucli urbà d'Encamp) estan per sota del valor límit normatiu de 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

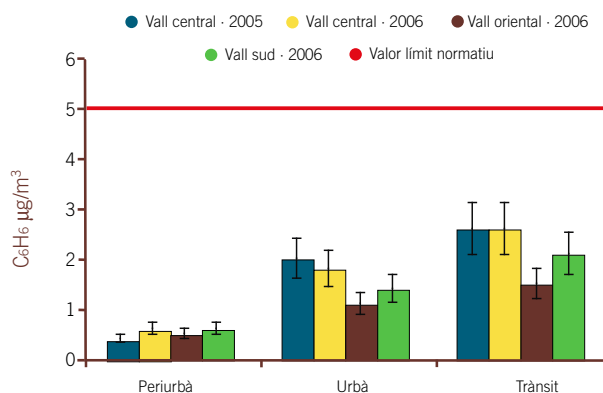
A títol informatiu, l'estat francès ha fixat un valor objectiu de 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per al benzè. Segons aquest límit s'observa que a Andorra totes les estacions periurbanes estan per sota del valor objectiu, les estacions urbanes estan per sota d'aquest valor però són properes al nivell i la gran majoria de les estacions properes al trànsit estan per sobre d'aquest valor (amb l'excepció del mesurament a Encamp, que se situa per sota).

La distribució dels nivells mesurats per tipus d'estació i per zones mostra que els nivells per tipus d'estació són molt similars a totes les parròquies.

Només destaquen els nivells urbans de la vall oriental (nucli urbà d'Encamp) que són de l'ordre d'un 35% inferiors respecte als de les altres zones.

A les estacions de trànsit, els nivells són lleugerament superiors als de les estacions urbanes (com a molt d'un 30%). Els nivells de trànsit de la vall central són superiors als de les valls sud i oriental. Els nivells de trànsit de la vall oriental són molt propers als nivells urbans de les altres valls.

DISTRIBUCIÓ PER TIPUS D'ESTACIONS DE MESURA I ZONES · ANYS 2005-2006



> Gràfic 45: Distribució de C₆H₆ per tipus

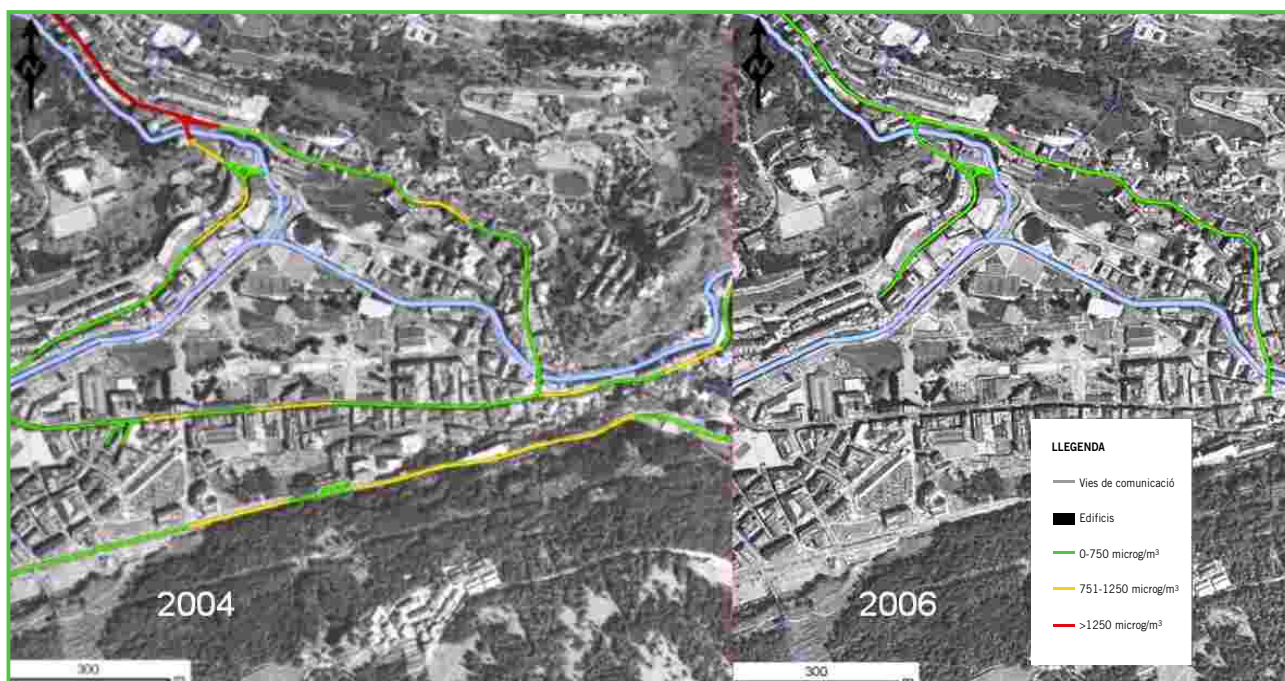
· LES MODELITZACIONS

I) Vall central

Contaminació de proximitat al trànsit - túnel del Pont Pla

La modelització aplicada al benzè en els trams de la xarxa viària que es presenten en el mapa 27 recull una millora important dels seus nivells d'immissió (de fins a una quarta part) en la part alta de l'avinguda Fiter i Rossell després de la posada en servei del túnel del Pont Pla i una reducció de concentracions més esglaonada en la resta de trams estudiats.

El resultat de la modelització dels carrers l'any 2006 situa la totalitat de trams per sota del valor límit normatiu anual de 5 µg/m³.



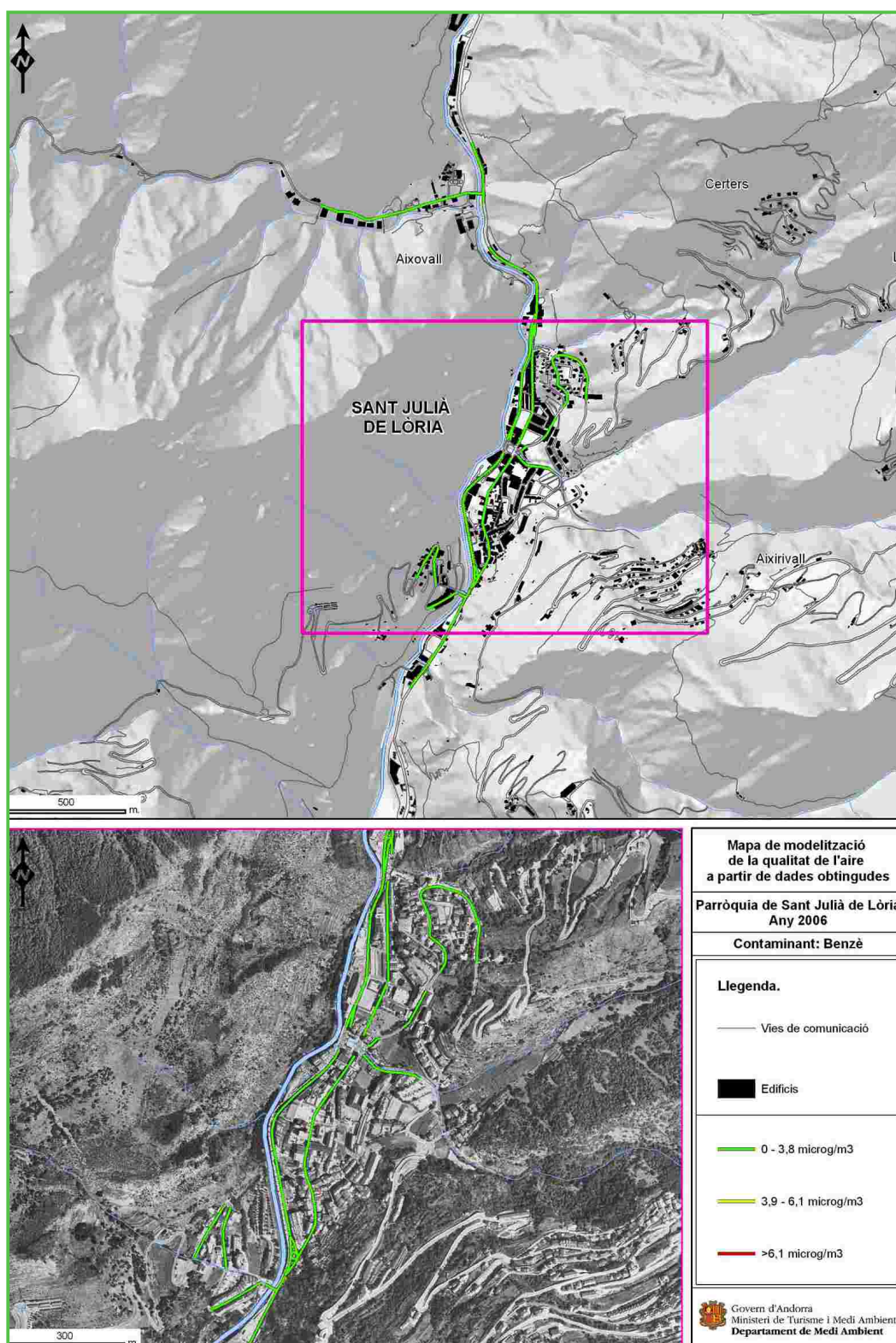
> Mapa 27: Modelització STREET - Vall central - Anys 2004-2005

II) Vall sud

El mapa 22 correspon a la modelització efectuada a partir del programa Street per al pol·luent benzè. S'han emprat les dades obtingudes de la xarxa manual per tal de determinar el millor possible la contaminació de fons.

Tots els trams estudiats compleixen el límit normatiu establert per al benzè.

Malgrat això, cal remarcar una relativa homogeneïtat de les concentracions amb lleugeres pujades en zones crítiques de la xarxa viària com ara cruïlles o semàfors. Cal precisar que el 36% dels trams estudiats (3,7 Km) no compleixen l'objectiu de qualitat francès de 2 µg/m³.



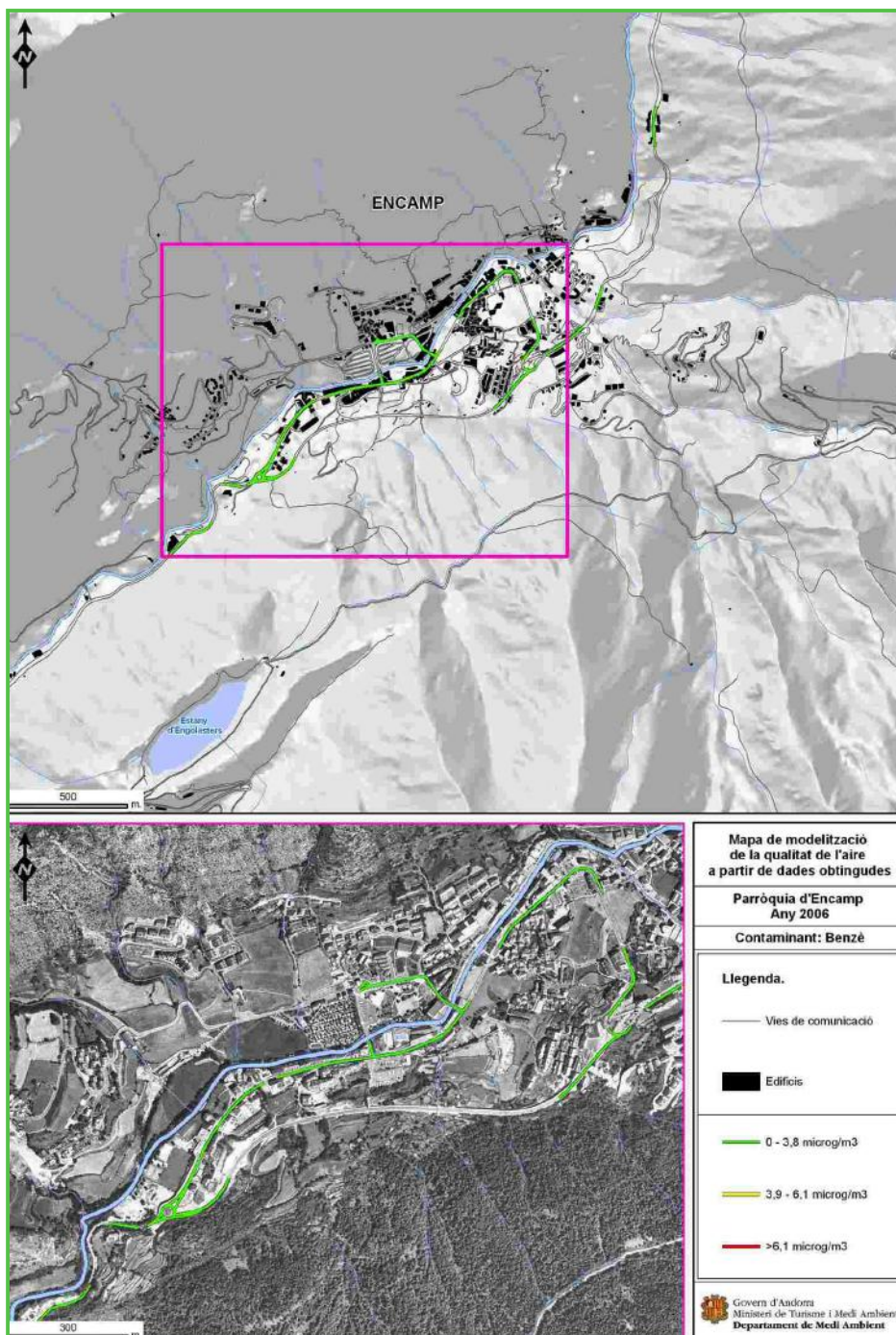
> Mapa 28: Modelització STREET · Sant Julià de Lòria · Any 2006

III) Vall oriental (sector Encamp)

La modelització aplicada per al cas del benzè a Encamp queda presentada en el mapa 23.

Tots els trams estudiats compleixen el límit normatiu establert per al benzè.

Cal destacar que els valors corresponents a les zones urbanes són sensiblement més baixos als que es troben als vials d'accés a Encamp i als trams de la desviació perifèrica que han pogut ser modelitzats. Cal precisar que el 42% dels trams estudiats (2,4 Km) no compleixen l'objectiu de qualitat francès de $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



> Mapa 29: Modelització STREET - Encamp - Any 2006

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 moltes 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/o a llarg termini. Poden afectar el sistema nerviós, les funcions renals, hepàtiques, respiratòries, o altres.

4.7.3. Resultats

· PARTÍCULES EN SUSPENSÍO

Comparació amb els nivells normatius

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

> Taula 24: Resultat dels metalls analitzats de les partícules

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.

Les concentracions són del mateix ordre de magnitud que per a altres poblacions comparables dels països veïns.

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 (desembre2005-gener2006)

** Període de mesura al Museu del Tabac (gener-febrer2006)

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.

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 permetran seguir l'evolució de les concentracions d'aquests contaminants.



· DEPOSICIONS DE PARTÍCULES

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

> Taula 25: Resultat dels metalls dipositats

Els resultats del cadmi i del 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.

Els valors són coherents amb els dels països veïns.

Els resultats obtinguts permetran seguir l'evolució de les concentracions d'aquests contaminants.

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 rugby)

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.

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

> Taula 26: Resultat de les deposicions de dioxines i furans

Tots els valors obtinguts estan per sota dels nivells de referència periurbans de l'INERIS (L'Institut National de l'environnement industriel et des risques).

Nota: els valors indicats estan maximitzats integrant el valor límit de detecció per als congèneres no detectats.



5- CONCLUSIONS

5.1. COMPARACIÓ AMB ELS LÍMITS NORMATIUS

PARÀMETRE	NORMATIVA	COMENTARI BREU
Diòxid de nitrogen NO₂	<i>Incompliment</i>	Tant l'any 2005 com el 2006 a l'estació fixa de la vall central s'han enregistrat concentracions lleugerament superiors respecte al límit normatiu i un nombre destacable de superacions del valor horari. Les mitjanes dels nuclis de Santa Coloma i Sant Julià de Lòria són properes al límit normatiu. Els valors de Santa Coloma són del mateix ordre que els de l'estació fixa. Els nivells obtinguts a Encamp se situen per sota dels límits normatius (mitjana i superacions). Els nivells d'immissió d'aquest pol·luent estan directament relacionats amb la intensitat circulatòria de vehicles.
Diòxid de sofre SO₂	<i>Compliment</i>	Els nivells d'immissió estan clarament per sota dels valors reglamentats. La utilització del gasoli de locomoció com a gasoli de calefacció ho afavoreix.
Monòxid de Carboni CO	<i>Compliment</i>	Als anys 2005 i 2006 a les valls central i sud i al nucli urbà d'Encamp a la vall oriental, els nivells són molt inferiors al valor reglamentat. No suscita cap motiu de preocupació segons els nivells de fons obtinguts de les zones estudiades.
Partícules PM10	<i>Incompliment</i>	Les partícules tenen orígens variats i són les menys estacionals de tots els contaminants primaris. S'han ultrapassat els valors límits normatius els anys 2005 i 2006 a les valls central, sud i oriental al nucli d'Encamp. La reglamentació a escala europea està en procés de revisió. Es preveu un augment del límit normatiu de PM10 i l'establiment d'un límit per a les partícules PM2,5.
Ozó O₃	<i>Incompliment</i>	L'ozó té un caràcter clarament estacional i un abast regional. Incompliment dels valors objectius de l'ozó per als anys 2005 i 2006, a les valls central i sud. Llindar d'informació a la població: compliment l'any 2005. Incompliment l'any 2006. Llindar d'alerta a la població: compliment al 2005 i al 2006.
Benzè C₆H₆	<i>Compliment</i>	Tots els valors mesurats en estacions periurbanes, urbanes i de trànsit de les valls central, sud i oriental (nucli urbà d'Encamp) estan per sota del valor límit normatiu de 5 µg/m ³ .
Metalls Pb, As, Cd i Ni	<i>Compliment</i>	Compliment de la normativa relativa als nivells de qualitat de l'aire per al plom, l'arsènic, el cadmi i el níquel. Les concentracions són del mateix ordre de magnitud que per a altres poblacions comparables dels països veïns.

> Taula 27: Resultats de la comparació amb els límits normatius



5.2. 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 intensitat circulatòria del país.

Cal destacar que la **mitjana anual** mesurada a l'estació fixa de la vall central s'ha mantingut constant durant els anys 2005 i 2006. En canvi, les superacions horàries del llindar de 200 µg/m³ s'han quasi duplicat d'un any a l'altre.

Aproximadament un 60% del temps es mesuren concentracions de diòxid de nitrogen per sota del nivell normatiu anual.

No obstant això, no s'ha enregistrat cap superació del llindar d'alerta de 400 µg/m³.

Cal esperar disposar d'un històric de dades més extens per poder concloure sobre l'evolució de les concentracions d'aquest contaminant.

De les campanyes de mesurament dels nivells d'immissió amb l'estació mòbil es conclou:

- Els nivells enregistrats al nucli urbà de Santa Coloma (període de 18 mesos) són del mateix ordre en relació amb l'estació fixa de referència de la mateixa vall central. S'observa un nombre important de superacions que es concentren en un període determinat (del 12/12/05 al 23/12/05).
- Els valors d'Encamp (període curt de mesurament poc representatiu) se situen als voltants d'un 20% per sota dels de l'estació fixa de referència.

De l'estudi de l'**evolució estacional** es pot afirmar que les concentracions de diòxid de nitrogen i les superacions del llindar horari de 200 µg/m³ són més importants durant la tardor i l'hivern respecte a la primavera i l'estiu.

A diari, es registra un primer màxim important de contaminació als voltants de les 9 h (hora local) i segon màxim menys agut i menys important durant la tarda.

Del l'anàlisi de les concentracions **setmanals**, cal destacar la notable disminució dels nivells d'immissió durant el cap de setmana a totes les estacions de mesura.

La xarxa manual de mostrejadors **complementa** les mesures dutes a terme per les estacions en automàtic conferint un caràcter més extensiu en l'espai respecte a la xarxa automàtica.

De les dades de la xarxa manual es conclou que no es respecta en la majoria d'estacions urbanes i en les estacions properes al trànsit el valor límit mitjà anual de 40 µg/m³.

A nivell urbà, cal destacar nivells superiors al límit normatiu a la vall central (parròquies d'Andorra la Vella i Escaldes-Engordany) i valors propers al límit normatiu a Sant Julià de Lòria. Al nucli urbà d'Encamp, els nivells se situen per sota del nivell.

Els resultats de les modelitzacions dels nivells d'immissió a la xarxa viària il·lustren:

- **Escaldes-Engordany**: l'entrada en funcionament del túnel del Pont Pla permet segons el model una reducció de les concentracions de diòxid de nitrogen a la part alta de l'avinguda Fiter i Rossell entre el 60% i el 100% segons el tram estudiat.
- **Sant Julià de Lòria**: la distribució dels nivells d'immissió confirma la influència del trànsit en les concentracions de NO₂ especialment en alguns trams de l'avinguda Rocafort i la cruïlla d'Aixovall.
- **Encamp**: queda palès que el centre urbà està fora de la influència del trànsit exterior que condiciona els nivells d'immissió del NO₂ al voltant del vial de desviació d'Encamp.



Diòxid de sofre (SO₂)

Atès que l'origen del SO₂ es troba en la combustió dels combustibles fòssils tals com el carbó i els fuels, aquest contaminant no presenta cap problemàtica a Andorra: els nivells d'immissió estan clarament per sota dels valors reglamentats.

Globalment s'observa un lleuger empitjorament del nivell d'aquest contaminant en l'atmosfera l'any 2006 en relació amb el 2005, tot i que al període hivernal s'observa una certa inversió de la tendència.

Les màximes horàries se situen sempre en el període hivernal, al voltant de 70 µg/m³, molt inferior al llindar d'alerta horari fixat en 350 µg/m³.

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 nova reglamentació apareguda sobre els rendiments mínims de les calderes contribuirà sens dubte també a millorar aquesta situació.

Les evolucions diària i setmanal de les concentracions de diòxid de sofre són comparables a les del diòxid de nitrogen i mostren una influència del trànsit de vehicles sobre els nivells del contaminant a l'atmosfera.

Els resultats de les modelitzacions de la xarxa viària indiquen un compliment del valor límit a la xarxa viària estudiada.

El monòxid de carboni (CO)

Aquest pol·luent està molt per sota del valor reglamentat i no suscita un especial motiu de preocupació dins els nivells de fons de les zones estudiades.

Els màxims 8-horaris són inferiors a més del 50% del valor normatiu i compleixen els valors límit normatius andorrans.

Els valors mesurats a l'estació mòbil als nuclis urbans de Santa Coloma, Sant Julià de Lòria i Encamp compleixen el valor límit normatiu en cadascun dels períodes de mesurament.

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

La normativa d'Alemanya proposa com a valor límit anual d'immissió d'1 mg/m³.

En relació amb aquesta normativa no aplicable a Andorra s'observa el compliment l'any 2005 i l'incompliment el 2006 (lleugerament 1,1 mg/m³) a la vall central.

Es constata un augment de més del 100% entre el valor del 2006 respecte al del 2005. Per tant, cal seguir l'evolució d'aquest contaminant els propers anys.

Les partícules

> PARTÍCULES PM10

Es tracta d'un contaminant que està condicionat pel trànsit de vehicles però que té importants contribucions en altres fonts d'emissió (natural, obres, cremes...).

Durant els anys 2005 i 2006 no es compleixen els límits normatius sobre la mitjana anual i sobre el nombre màxim de superacions de límit diari.

Els nivells **mitjans anuals** i el nombre de superacions enregistrats a l'estació fixa de la vall central són pràcticament els mateixos per als anys 2005 i 2006.

Durant les campanyes amb l'estació mòbil, els nivells mesurats a Sant Julià de Lòria, a Santa Coloma i a Encamp són respectivament un 25, 10 i 15% inferiors respecte als valors enregistrats a l'estació fixa de referència de la vall central.

De la **representació mensual** de les concentracions de partícules PM10 a l'atmosfera s'observa que no té un comportament típicament estacional i que les concentracions mensuals varien d'un any a l'altre. Els nivells d'immissió són alts durant tot l'any amb certa tendència a augmentar en els mesos d'hivern.

També, s'observa que només al mes d'agost del 2006 la mitjana es troba per sota del límit anual per a protecció de la salut humana ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Aquesta davallada dels nivells de pol·lució es pot explicar per les condicions climàtiques i l'alentiment dels sectors de la construcció (moviment de terres i circulació de vehicles) i del transport escolar.

Les màximes horàries no presenten una **estacionalitat** tan evident com la resta de contaminants primaris. La majoria de màxims es produeixen durant al tardor i l'hivern però també es poden observar en les altres estacions de l'any.

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

Durant el **cap de setmana** s'assoleixen valors propers o inferiors al límit normatiu anual. Aquesta davallada important s'atribueix principalment a l'aturada i/o alentiment dels sectors i particularment els relacionats amb les obres (moviments terres i circulació de camions).

La **xarxa manual** complementa a nivell espacial les dades de la xarxa automàtica. Els valors obtinguts en les campanyes realitzades durant els anys 2005 i 2006 són comparables amb els de obtinguts mitjançant les estacions mòbils automàtiques.

Els resultats **de les modelitzacions** dels nivells d'immissió a xarxa viària il·lustren que malgrat que hi hagi hagut com pels altres contaminants una disminució general dels nivells d'immissió de partícules als trams viaris afectats, s'observa que tots els trams de la xarxa viària objecte de la simulació superen el llindar anual establert de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

L'esborrany de **nova directiva europea preveu** fixar en $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ el límit anual per a les partícules PM10 allunyant-se dels $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ que es va estipular en la directiva de l'any 1999/30/CE com a objectiu per a l'any 2010 i que va fonamentar el Reglament de control de la contaminació atmosfèrica del 25/09/2002. El nombre màxim de superacions de la concentració diària $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ previst és de 35.

Per tant, en cas d'aprovació a nivell europeu de la nova Directiva Europea i posterior transposició a la legislació andorrana dels nous valors, es complirien a Andorra tots els nivells normatius en referència a les partícules PM10.



> PARTÍCULES PM2,5

Actualment, no existeix una normativa respecte als valors límit de les partícules fines PM2,5. No obstant, l'esborrany de projecte de directiva europea preveu fixar un valor límit mitjà anual de 25 µg/m³.

A Andorra s'han mesurat durant els anys 2005 i 2006 els nivells de partícules PM2,5 a l'estació fixa de referència de la Vall Central i a Santa Coloma. El nivell avaluat per l'any civil es situa a l'entorn de 15 µg/m³, per sota del valor límit previst.

• El benzè (C₆H₆)

Els resultats del benzè provenen dels mesuraments de les respectives xarxes manuals de mostrejadors passius de les diferents zones estudiades (vall central, vall sud i vall oriental) durant un període d'un any implementats a un procés de modelització al voltant dels eixos viaris principals.

Tots els valors mesurats en estacions periurbanes, urbanes i trànsit de les valls central, sud i oriental (nucli urbà d'Encamp) estan per sota del valor límit normatiu de 5 µg/m³.

La dràstica reducció dels nivells d'immissió de benzè que reflexa la modelització al voltant dels accessos al Túnel del Pont Pla és una de les més remarcables entre els contaminants primaris mesurats i posa de manifest la relació directa que té amb la circulació de vehicles automòbils.

• Els metalls

Suspensió

Aquest pol·luent està molt per sota del valor reglamentat i no suscita un especial motiu de preocupació dins els nivells de fons de les zones estudiades.

El valor objectiu normatiu pel plom està definit en la legislació andorrana del 2002. Els valors pels 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 gasos, es per aquest motiu que durant campanyes anteriors es valors obtingut es trobaven sota el límit de detecció del contaminant.

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 permetran seguir l'evolució de les concentracions d'aquests contaminants.

Deposicions

Les concentracions de cadmi i de mercuri estan per sota del límit de detecció. Per tots els altres contaminants s'observa un increment de les concentracions en zones urbanes respecte als valors de les zones periurbanes. Els valors són coherents amb els dels països veïns.

Els resultats obtinguts permetran seguir l'evolució de les concentracions d'aquests contaminants.

• Les dioxines i furans

Tots els valors obtinguts estan per sota dels nivells de referència periurbans establerts per l'INERIS (L'Institut National de l'environnement industriel et des risques).

Els resultats obtinguts permetran seguir l'evolució de les concentracions d'aquests contaminants.



Cas del contaminant secundari

L'ozó (O₃)

Es tracta d'un contaminant secundari de caràcter totalment estacional (mesos més càlids de l'any) i que té un abast regional front als altres contaminants primaris que tenen un origen i una repercussió més local.

El màxim de les **mitjanes 8-horàries** i el nombre de superacions del límit normatiu de 120 µg/m³ han estat superior als valors fixats per la legislació durant els dos anys d'estudi.

Dels **perfils diaris** de l'ozó s'observa que a diferència dels contaminants primaris, els màxim s'enregistren a partir del mig dia.

El valor objectiu de l'**AOT 40** correspon a la mitjana d'un període de 5 anys. Per tant, cal esperar de disposar d'un històric més extens de dades. No obstant, durant el 2005 i 2006 els valors enregistrats són superiors al valor de 18.000 µg/m³.h.

ULTRAPASSAMENTS DELS LLINDARS D'AVÍS A LA POBLACIÓ

Durant els anys 2005 i 2006 no s'han enregistrat ultrapassaments del llindar d'alerta de la població (240 µg/m³).

Durant l'any 2005 no s'ha ultrapassat el nivell horari de 180 µg/m³ en cap estació de vigilància de la qualitat de l'aire.

Per l'any 2006 s'han dut a terme 5 avisos de superació del llindar d'informació a la població. Les superacions han coincidit amb altres estacions dels països veïns, fet que corrobora l'abast regional de la pol·lució fotoquímica.

Tots els ultrapassaments s'han produït entre les 17.30 h i les 19.30 h. Les durades han estat d'entre 1 hora i 3 hores. Per tant, els ultrapassaments del llindar d'informació a la població s'han enregistrat a finals de tarda i la seva durada és curta.

Els nivells d'ozó que s'enregistren a Andorra tenen una gran influència de les emissions de òxids de nitrogen i dels compostos orgànics volàtils (contaminants precursors de l'ozó) que es realitzen a Catalunya. És per aquest motiu, que s'han detectat més ultrapassaments de les superacions de les mitjanes 8-horàries i del llindar d'informació a l'estació situada més al sud del país (estació mòbil).

Les campanyes dutes a terme posen de manifest que l'estació fixa d'ozó situada a Engolasters és representativa dels nivells d'ozó de les valls central i sud (parròquies d'Andorra la Vella, Sant Julià de Lòria i Escaldes-Engordany).



5.3. PERSPECTIVES

Generalitats

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

El ser humà introdueix mitjançant diverses fonts dins l'atmosfera substàncies que tenen conseqüències perjudicials per 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...) o 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 dificulta la dispersió dels contaminants i per tant, n'augmenta la seva concentració.

El balanç que es presenta en aquest document reflecteix els nivells de qualitat de l'aire a Andorra per al període 2005-2006.

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).

El diòxid de nitrogen, les partícules PM10 i el benzè 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.

Perspectives

L'any 2007 es duran a terme les accions previstes per assolir els **objectius** definits a l'**estratègia** de vigilància, comunicació i protecció del medi atmosfèric aprovada pel Govern d'Andorra.

Entre altres, s'iniciaran els mesuraments a la Vall Nord (parròquies de la Massana i d'Ordino) en paral·lel dels mesuraments perennes a la Vall Central, Sud i Oriental (nucli urbà d'Encamp). També, s'estudiarà la possibilitat de mesurar els nivells d'Hidrocarburs Aromàtics Policíclics (HAP) legislat a nivell europea.

Cal, però, fer un **esforç col·lectiu** per tal de millorar la qualitat del nostre aire i adoptar una sèrie de mesures que redueixin els nivells d'immissió del nostre país. La lluita contra la contaminació pot començar per un replantejament dels trajectes curts emprant sistemes de transport públics o més **sostenibles** i si es pot compartir vehicle. El tipus de conducció del nostre automòbil i el seu correcte manteniment poden ser algunes de les nostres aportacions individuals per a reduir la pol·lució del nostre entorn. Per aquest motiu, es continuaran les campanyes de comunicació als escolars i als ciutadans (Ex: Campanya als panells de mobilitat: Ozó Frena'l).

La **millora tècnica** prevista en els aparells (Ex:vehicles híbrids) i l'**optimització de dispositius emissors** (normatives Euro sobre els emissions, sistemes de transport, calefacció d'ús domèstic, rendiment de calderes...) també ha d'incidir favorablement en la reducció dels nivells d'immissió que es mesurin en el futur.

Les **evolucions setmanals** dels contaminants mostren nivells elevats durant la setmana i nivells més febles durant el cap de setmana, el que deixa preveure en un futur la necessitat d'actuar sobre els focus d'emissió locals principalment en els dies laborables.

L'entrada en funcionament del Túnel del Pont Pla ha disminuït la intensitat de vehicles i la saturació de les vies més properes, millorant així la qualitat de l'aire dels carrers afectats. Per tant, una adequada **gestió de la mobilitat** i la millora de les **infraestructures**, en el sentit de reduir la circulació i el nombre de vehicles i les retencions, han d'incidir favorablement a mitjà termini sobre els nivells de qualitat de l'aire.





Medi Ambient
govern d'andorra

www.mediambient.ad

www.aire.ad