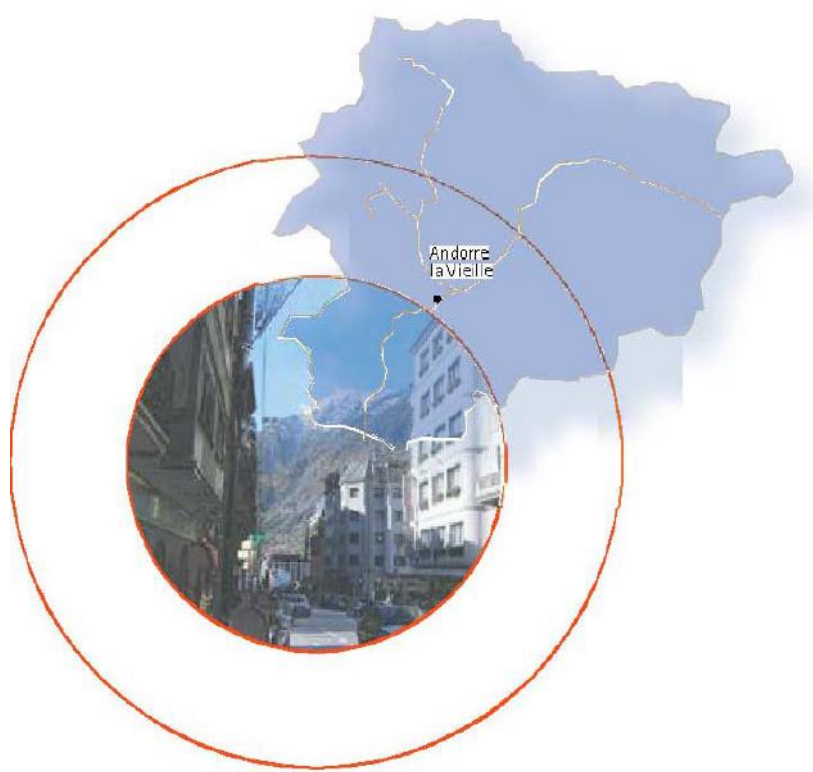


MODELITZACIÓ DE LA QUALITAT DE L'AIRE

A ESCALA DEL CARRER

SOBRE LA UTILITZACIÓ DEL BIODIESEL

A ANDORRA LA VELLA



Gener 2006

I - CONTEXT

II – DESCRIPTIU DE L'ESTUDI

2 . 1 - OBJECTIUS

2 . 2 – MITJANS EMPRATS

2 . 3 – CONDICIONS ESPECÍFIQUES

2 . 3 . 1 – EL PRINCIPAT D'ANDORRA

2 . 3 . 2 – TRÀNSIT ACTUAL

2 . 3 . 3 – METEOROLOGIA

2 . 3 . 4 – TIPOLOGIA DELS CARRERS

2 . 3 . 5 – FLOTA DE VEHICLES

2 . 3 . 6 – CONDICIONS DE TRÀNSIT

2 . 3 . 7 – POL·LUCIÓ DE FONTS

III - RESULTATS PER A L'ESTAT DE REFERÈNCIA 2004

3 . 1 – EL BENZÈ

3 . 1 . 1 - RESULTATS

3 . 1 . 2 – COMPARACIÓ AMB LES NORMES

3 . 2 - LES PARTÍCULES PM10

3 . 2 . 1 - RESULTATS

3 . 2 . 2 – COMPARACIÓ AMB LES NORMES

3 . 3 - LE DIÒXID DE NITROGEN

3 . 3 . 1 - RESULTATS

3 . 3 . 2 – COMPARACIÓ AMB LES NORMES

3 . 4 - EL MONÒXID DE CARBONI

3 . 4 . 1 - RESULTATS

3 . 4 . 2 – COMPARACIÓ AMB LES NORMES

3 . 5 - EL DIÒXID DE SOFRE

3 . 6 – SÍNTESI DELS RESULTATS PER ALS DIFERENTS POL·LUENTS PER L'ANY 2004 (ESTAT DE REFERÈNCIA)

IV – SIMULACIONS DE LA UTILITZACIÓ DEL BIODIESEL

4 . 1 - PARÀMETRES VARIABLES DE LES SIMULACIONS: ELS FACTORS D'EMISSIÓ

4 . 1 . 1 - FACTORS D'EMISSIÓ DE L'ESTAT DE REFERÈNCIA

4 . 1 . 2 - DADES UTILITZADES PER DEFINIR ELS FACTORS D'EMISSIÓ DE LES SIMULACIONS

4 . 1 . 3 - EL CÀLCUL DELS FACTORS D'EMISSIÓ PER A LES SIMULACIONS

4 . 2 . 1 - EVOLUCIÓ DE LES EMISSIONS

4 . 2 . 2 - LES IMMISSIONS

4 . 3 – ESTUDI DELS EIXOS QUE TENEN IMMISSIONS IMPORTANTS PER A CADA POL·LUENT

4 . 3 . 1 - BENZÈ

4 . 3 . 2 - PARTÍCULES PM10

4 . 3 . 3 - DIÒXID DE NITROGEN

4 . 3 . 4 - MONÒXID DE CARBONI

4 . 3 . 5 - DIÒXID DE SOFRE

4 . 3 . 6 - ESTUDI DETALLAT DE LA SIMULACIÓ AMB EL 100% DELS VEHICLES DIESEL QUE CIRCULEN AMB BIODIESEL

V - CONCLUSIÓ

5 . 1 - ESTUDI DE L'ESTAT DE REFERÈNCIA

5 . 2 – ESTUDI DE LES SIMULACIONS

5 . 2 . 1 - IMPACTE SOBRE LES EMISSIONS

5 . 2 . 2 - IMPACTE SOBRE LES IMMISSIONS

5 . 3 – BALANÇ I PERSPECTIVES

BIBLIOGRAFIA

GLOSSARI

ANNEXOS

I – CONTEXT

En el marc de la convenció d'associació entre el Principat d'Andorra i AIR LR, s'ha portat a terme un estudi de modelització de la qualitat de l'aire a escala de carrer a fi d'avaluar la influència de la possible posada en servei del biodiesel en els principals traçadors de la pol·lució generada pels vehicles.

En el marc d'aquest projecte, s'han fet diferents modelitzacions de la qualitat de l'aire a escala del carrer en els dos eixos principals d'Andorra la Vella entre Escaldes-Engordany i Sant Julià de Lòria, en la vall que té el trànsit més important del Principat. (vegeu figura 1)

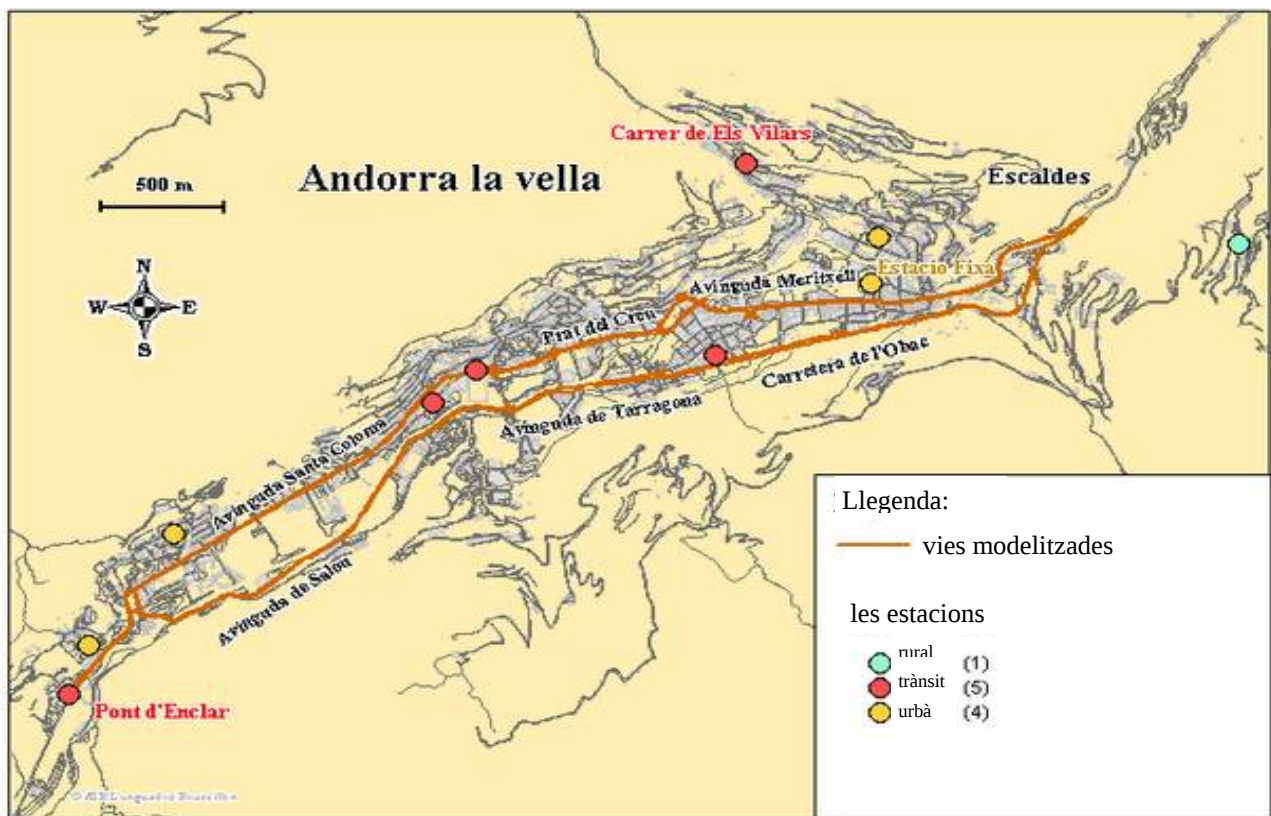


Figura 1: Xarxa de l'estudi en el marc de la modelització STREET

II- DESCRIPTIU DE L'ESTUDI

2 . 1 - Objectius

Per tal d'avaluar la influència del trànsit rodat en els principals traçadors de la pol·lució dels vehicles així com l'impacte de la utilització del biodiesel com a carburant per als vehicles diesel, AIR LR ha dut a terme, a demanda del Ministeri de Medi Ambient i de Turisme d'Andorra, una modelització i diferents simulacions de les immissions produïdes pel trànsit rodat a les Parròquies d'Andorra la Vella i Escaldes Engordany, vall central d'Andorra. Es comparen els resultats amb les normes europees vigents pel que fa a l'aire ambient de manera a avaluar la pol·lució de proximitat dels vehicles a la que la població està sotmesa.

Aquest estudi consta de 4 fases:

- ✓ la recerca de dades,
- ✓ la modelització mitjançant STREET de l'estat de referència l'any 2004,
- ✓ la simulació de les diferents situacions d'utilització del biodiesel,
- ✓ la comparació global amb les normes i l'anàlisi dels resultats de les simulacions.

Per a aquest estudi, s'han definit set situacions. En un primer temps, s'ha establert un model de referència, anomenat estat de referència, a partir de les dades actuals proporcionades pel Ministeri de Medi Ambient i de Turisme d'Andorra. Aquest estat de referència, que constitueix la base de l'estudi es fa amb el parc automòbil andorrà de l'any 2004, i ha de permetre una avaluació dels principals traçadors de la pol·lució dels vehicles. Aquest model també permet validar la modelització STREET gràcies a les dades de terreny disponibles i després comparar les simulacions amb l'estat de referència. De manera concertada amb els serveis andorrans, s'ha decidit portar a terme les 6 simulacions d'utilització del biodiesel per l'any 2004 següents:

- ✓ **Simulació 1** : 5% dels vehicles
- ✓ **Simulació 2** : 15% dels vehicles
- ✓ **Simulació 3** : 100 % dels pesos pesants
- ✓ **Simulació 4** : 100 % dels pesos pesants i 5% dels vehicles
- ✓ **Simulació 5** : 100 % dels pesos pesants i 15% dels vehicles
- ✓ **Simulació 6** : 100 % dels vehicles

2 . 2 – Mitjans emprats

Per a aquest estudi, AIR LR ha optat per utilitzar una eina de modelització (el

programari STREET, presentat a la segona part i a l'annex 2), que permet modelitzar per una banda les *emissions*¹ i per una altra banda les *immissions*² provinents del trànsit rodat. En el marc d'aquest treball, es comentaran principalment els valors d'immissions.

Els resultats obtinguts fan referència a unes concentracions mitjanes anuals pels següents pol·luents: compostos orgànics volàtils (COV) dels quals el benzè, el monòxid de carboni (CO), el diòxid de sofre (SO₂), el diòxid de nitrogen (NO₂) i les partícules (PM₁₀).

2 . 3 - Condicions específiques

2 . 3 . 1 – El Principat d'Andorra

El Principat d'Andorra consta de set parròquies distribuïdes en tres valls estretes, amb una població total de 76 875 habitants (dades Servei d'Estudis 31/12/04) i una superfície de 468 km². Situat als Pirineus Orientals entre França i Espanya, el país gaudeix d'una indústria turística molt pròspera. Aquestes particularitats han generat un desenvolupament important de les xarxes del transport rodat. La Parròquia d'Andorra la Vella és la capital del Principat d'Andorra amb un total de 22884 habitants (31/12/04), la Parròquia d'Escaldes-Engordany en té 16918. Es troben a la junció de les tres valls al centre del Principat i sumen el 51% de la població. Per tant, avui dia, aquestes dues ciutats estan sotmeses a un trànsit automòbil important.

2 . 3 . 2 – Trànsit actual

Aquestes dues parròquies tenen un centre ciutat molt dens, creuat per diverses vies importants CG1, CG2, CG3 i 4 i CS100. L'estudi s'ha centrat principalment sobre aquests eixos de trànsit amb la CG1 i la CG2 que travessen el centre ciutat de la parròquia, i la CS100 que la voreja pel sud però emprada per la major part dels pesos pesants.

La carretera CG3 i 4, que no fa part de la zona estudiada, va des del centre ciutat d'Escaldes-Engordany fins la vall de la Massana.

En total, s'han estudiat 55 trams de vies de comunicació. Es presenta la llista dels trams estudiats a l'annex 1 així com a la figura 1.

2 . 3 . 3 - Meteorologia

Les mitjanes anuals de direcció i velocitat del vent provenen de l'estació Météo France del Roc de Sant Pere, l'única disponible. Així, la velocitat mitjana és de 3 m/s. Si es considera, però, la particularitat geogràfica del lloc de l'estudi, la direcció del vent es va escollir en el sentit de la vall d'Andorra la Vella, o sigui

¹ Rebuigs pol·luents emesos per les fonts de pol·lució

² Concentracions dins l'aire ambient, que depenen no tan sols de les emissions sinó també de les condicions de dispersió

Sud-Oest /Nord-Est.

2 . 3 . 4 – Tipologia dels carrers

El programari STREET proposa 98 categories de carrers, la qual cosa cobreix la major part des les configuracions trobades sobre el terreny. Així doncs, s'ha portat a terme un estudi precís a fi que les tipologies seleccionades siguin les més properes possibles a la geometria real dels carrers estudiats.

2 . 3 . 5 - Flota de vehicles

En el càlcul de les immissions fet per STREET, s'ha de considerar el trànsit mitjà diari anual (TMDA) i la repartició per categoria de vehicles.

✓ TMDA

El Ministeri de Medi Ambient i Turisme d'Andorra va facilitar les dades de trànsit anuals. Provenen de l'Agència de Mobilitat del Govern d'Andorra.

✓ Repartició per categoria de vehicles

L'Agència de Mobilitat va facilitar el percentatge de pesos pesants per a cada tram. En vista de les dades disponibles i de concert amb el Ministeri de Medi Ambient i de Turisme d'Andorra, es va escollir la següent repartició pel que fa als altres tipus de vehicles.

Tipus de vehicles	Repartició mitjana del parc rodat³
BUS	0,3 %
2 rodes	10 %
Vehicles Utilitaris Lleugers VUL	9,8 %
Pesos Pesants PP	Varia en funció del tram
Vehicles Particulars VP	% restant dels vehicles

2 . 3 . 6 - Condicions de circulació

La categoria de circulació d'una via depèn de la velocitat mitjana del flux dels vehicles que passen per aquesta. L'Agència de Mobilitat va facilitar per a cada tram la velocitat mitjana i la freqüència de congestió.

2 . 3 . 7 – Pol·lució de fons

A fi de calcular les immissions, STREET ha de conèixer els valors de pol·lució de

³ El parc rodat correspon a la repartició mitjana dels vehicles que passen per un tram. El parc rodat específic per a cada tram només està disponible per als pesos pesants.

fons. Els mesuraments realitzats pel Departament de Medi Ambient a la parròquia d'Andorra la Vella han permès avaluar aquests valors (vegeu la taula a continuació): es tracta de les mitjanes anuals mesurades per l'estació (- Estació Fixa- vegeu figura 1) en una àrea de l'aglomeració de tipus urbà entre el mes de setembre de 2004 i el mes de setembre de 2005.

Pol·luents	Àrea	Concentracions en $\mu\text{g} / \text{m}^3$
Benzè	Urbana	1,6
PM ₁₀	Urbana	31
NO ₂ p98	Urbana	116
NO ₂ mitjà	Urbana	38
CO	Urbana	300
SO ₂	Urbana	7

Taula 1 : Valors de pol·lució de fons considerades, en mitjana anual ($\mu\text{g} / \text{m}^3$)

El conjunt dels eixos modelitzats s'ha completat amb aquestes dades de pol·lució de fons.

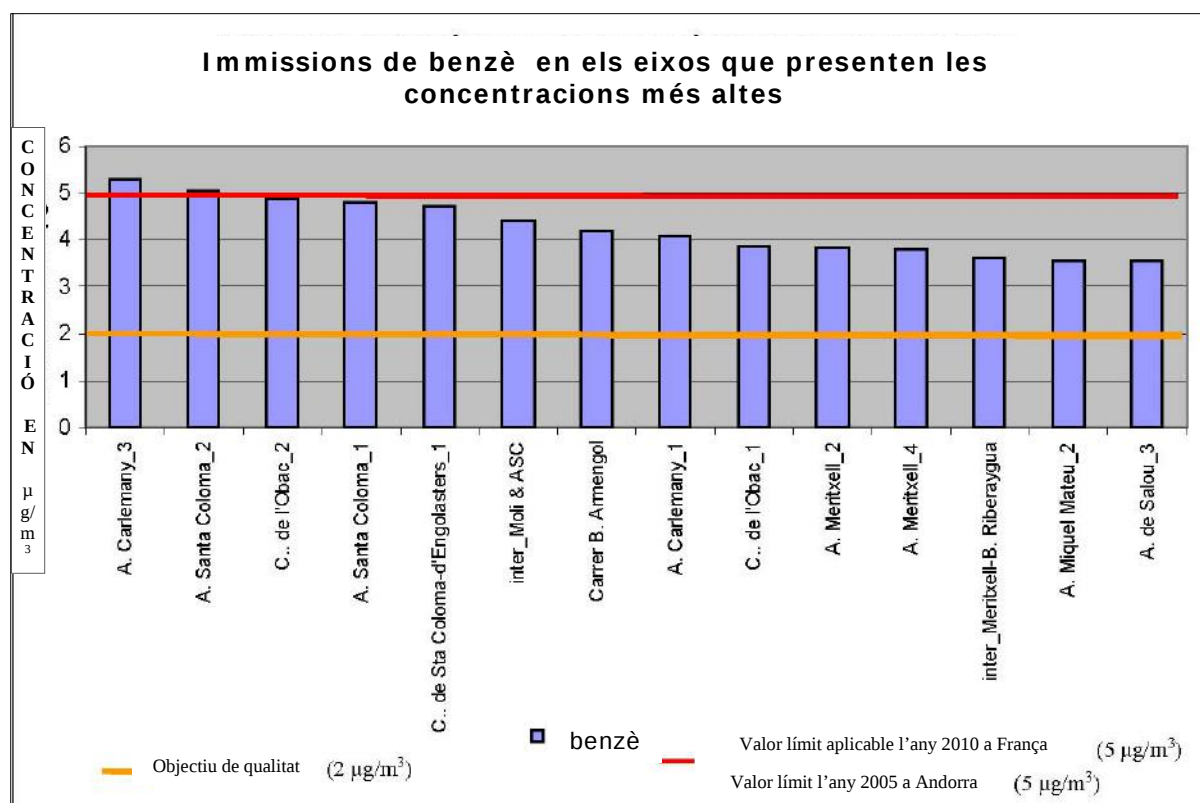
III - RESULTATS PER A L'ESTAT DE REFERÈNCIA 2004

Avís: els resultats presentats no s'han de considerar de manera absoluta. De fet, s'ha de tenir en compte la incertesa del 25% en els resultats simulats, deguda al mateix model. Els límits del programari es detallen a l'annex 2.

3 . 1 – El benzè

Els orígens i els efectes principals del benzè es presenten a l'annex 6.

3 . 1 . 1 - Resultats



3 . 1 . 2 – Comparació amb les normes

Els valors reglamentaris detallats es presenten a l'annex 7.

	Objectiu de qualitat: 2 μg/m3	Valor límit l'01/01/2010: 5 μg/m3	Valor límit fins l'01/01/2005 : 10 μg/m3	Valor límit l'any 2005: 5 μg/m3
	Normes Franceses			Norma Andorrana
Percentatge de trams que tenen una concentració superior al llindar considerat	100 %	3,6 %	0 %	3,6 %

L'objectiu de qualitat aplicable a l'aire ambient pel que fa al benzè no es respecta en cap dels carrers estudiats. El valor límit es supera en 2 trams, o sigui el **3,6 %** de la via estudiada.

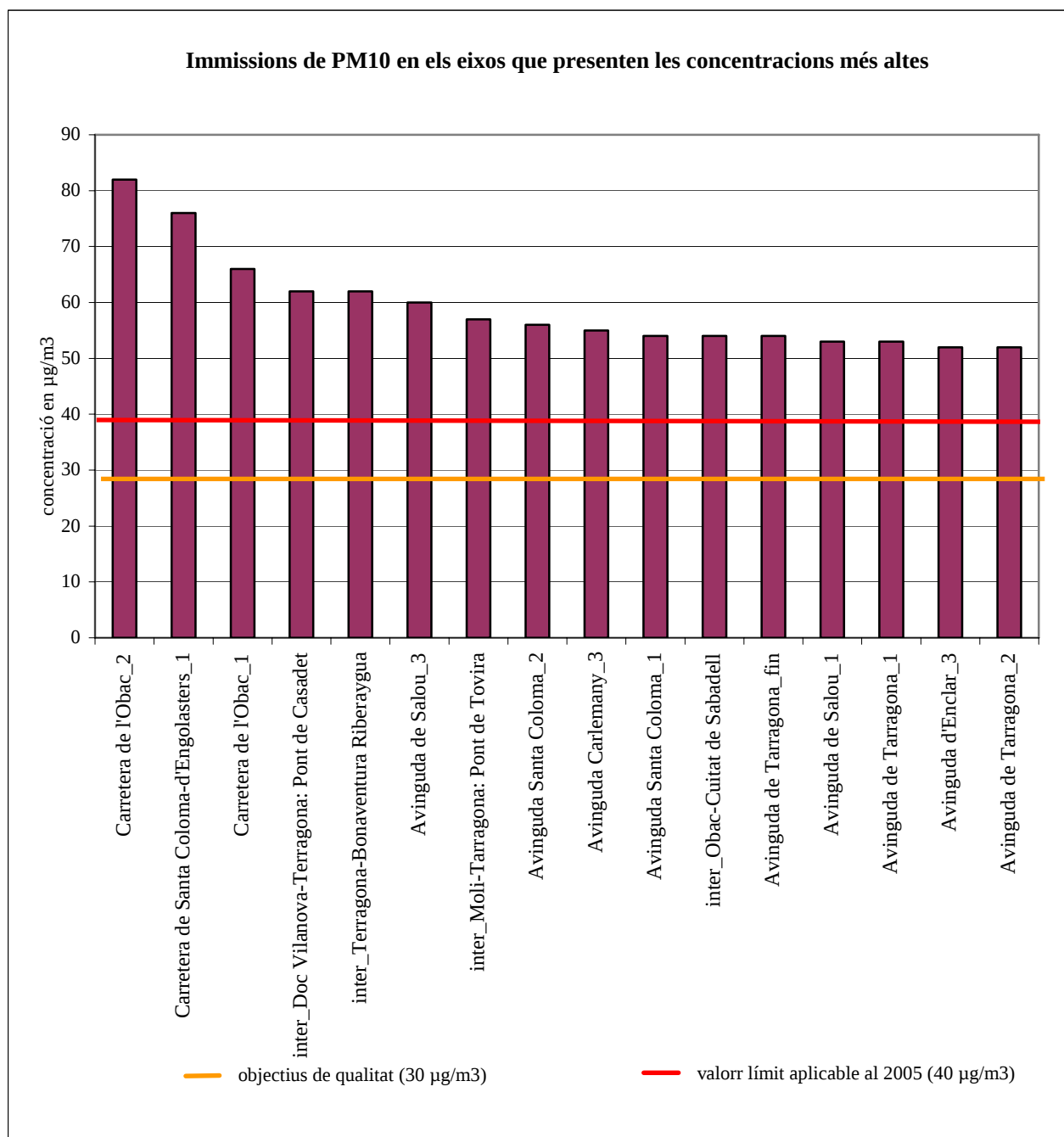
3 . 2 - Les partícules PM10

Els orígens i els principals efectes de les partícules en suspensió amb un diàmetre inferior o igual a 10 μm (PM10) es presenten a l'annex 6.

3 . 2 . 1 - Resultats

Els resultats de la modelització presentats a continuació tenen en compte

l'aportació suplementària de l'abradió dels pneumàtics i la remesa en suspensió de les PM10⁴



3 . 2 . 2 - Comparació amb les normes

⁴ L'abradió dels pneumàtics es calcula segons un mètode publicat per Düring i Lohmeyer a Alemanya. Ja que alguns factors poden ser sotmesos a modificacions en funció de l'evolució dels coneixements, els càlculs sense remesa en suspensió es presenten a l'annex 5.

Els valors reglamentaris detallats es presenten a l'annex 7.

	Objectiu de qualitat: 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Valor límit l'01/01/2005 : 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Valor límit l'any 2005: 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	Normes Franceses		Norma Andorrana
Percentatge de trams que tenen una concentració superior al llindar considerat	100 %	98 %	100 %

Per les partícules PM10, l'objectiu de qualitat de **30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** i el valor límit andorrà vigent de **20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** no es respecten pel 55 eixos estudiats.

No obstant, 35 trams, és a dir el 65% de les vies estudiades, tenen un valor de PM10 superior al valor límit francès de **40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** .

Els dos aspectes següents poden explicar aquests resultats molt elevats:

- ✓ En primer lloc, la pol·lució de fons utilitzada en PM10 de 31 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ja és superior a l'objectiu de qualitat de **30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** . Aquesta dada de pol·lució de fons, mesurada al centre ciutat (Escaldes-Engordany), està segurament sobrevalorada respecte a l'eix de desviació Sud com la *Carretera de l'Obac*, la *Carretera de Santa Coloma* i l'*Avinguda de Tarragona*. Per tant, pot ser que s'hagin sobrevalorat les immissions en aquests eixos perifèrics ja que l'estació fixa és més representativa de la pol·lució de fons al centre ciutat.
- ✓ A més a més, les immissions calculades al centre ciutat es poden explicar per un trànsit important i uns eixos de tipus "barranc"⁵, que tenen com a conseqüència una acumulació dels pol·luents atmosfèrics i per tant de les partícules. Aquestes partícules estan constantment en suspensió degut al trànsit de vehicles, la qual cosa també pot justificar aquests resultats molt elevats.

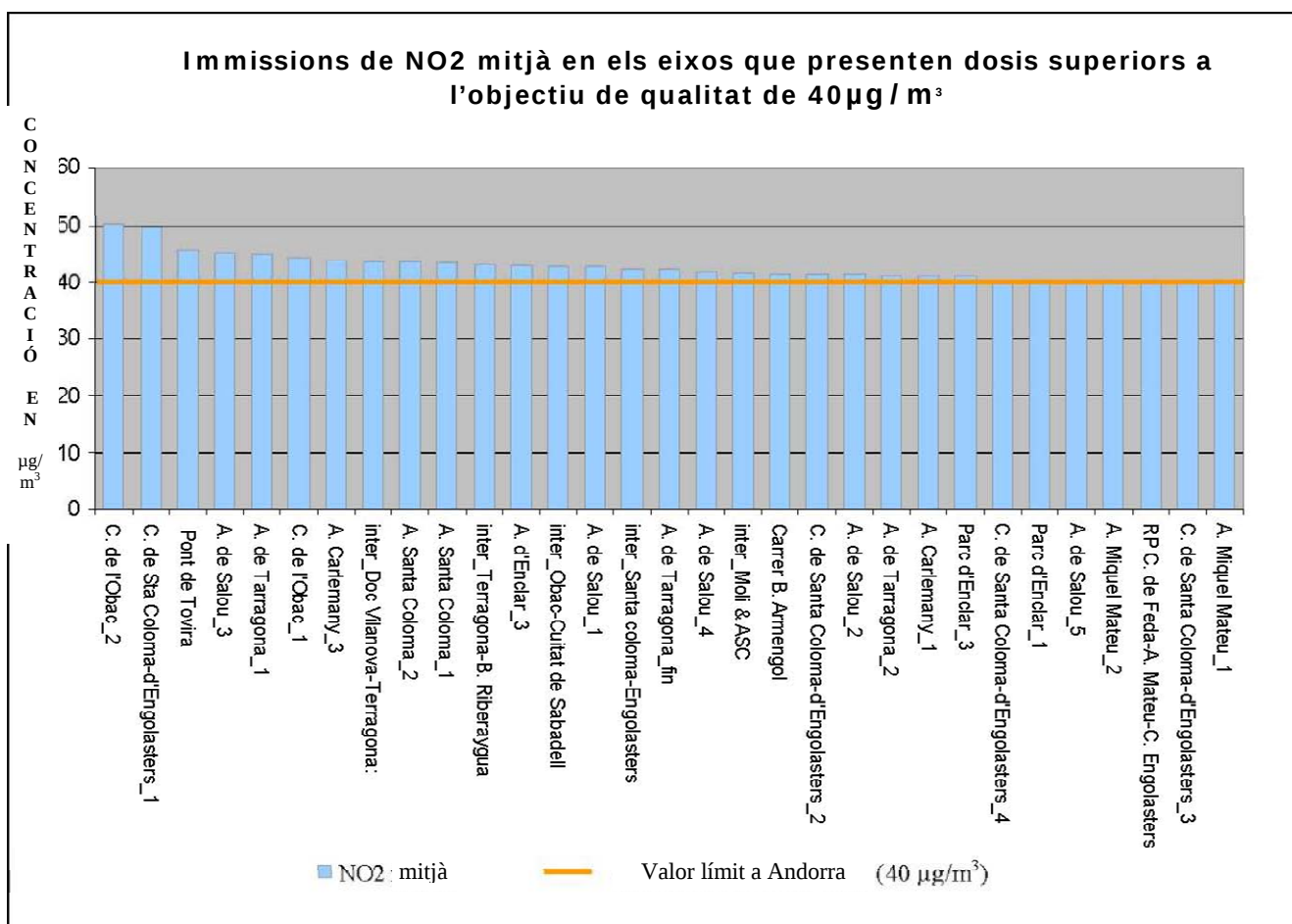
3 . 3 - El diòxid de nitrogen

Els orígens i els principals efectes del diòxid de nitrogen (NO₂) es presenten a

⁵ La configuració de la via de tipus "barranc" es presenta a l'annex 3.

l'annex 6.

3 . 3 . 1 – Resultats



3 . 3 . 2 - Comparació amb les normes

Els valors reglamentaris detallats es presenten a l'annex 7.

	Objectiu de qualitat: 40 µg/m ³	Valor límit transitori per l'any 2004: 52 µg/m ³	Valor límit l'any 2005: 40 µg/m ³
	Normes Franceses		Norma Andorrana
Percentatge de trams que tenen una concentració superior al llindar considerat	44 %	0 %	44 %

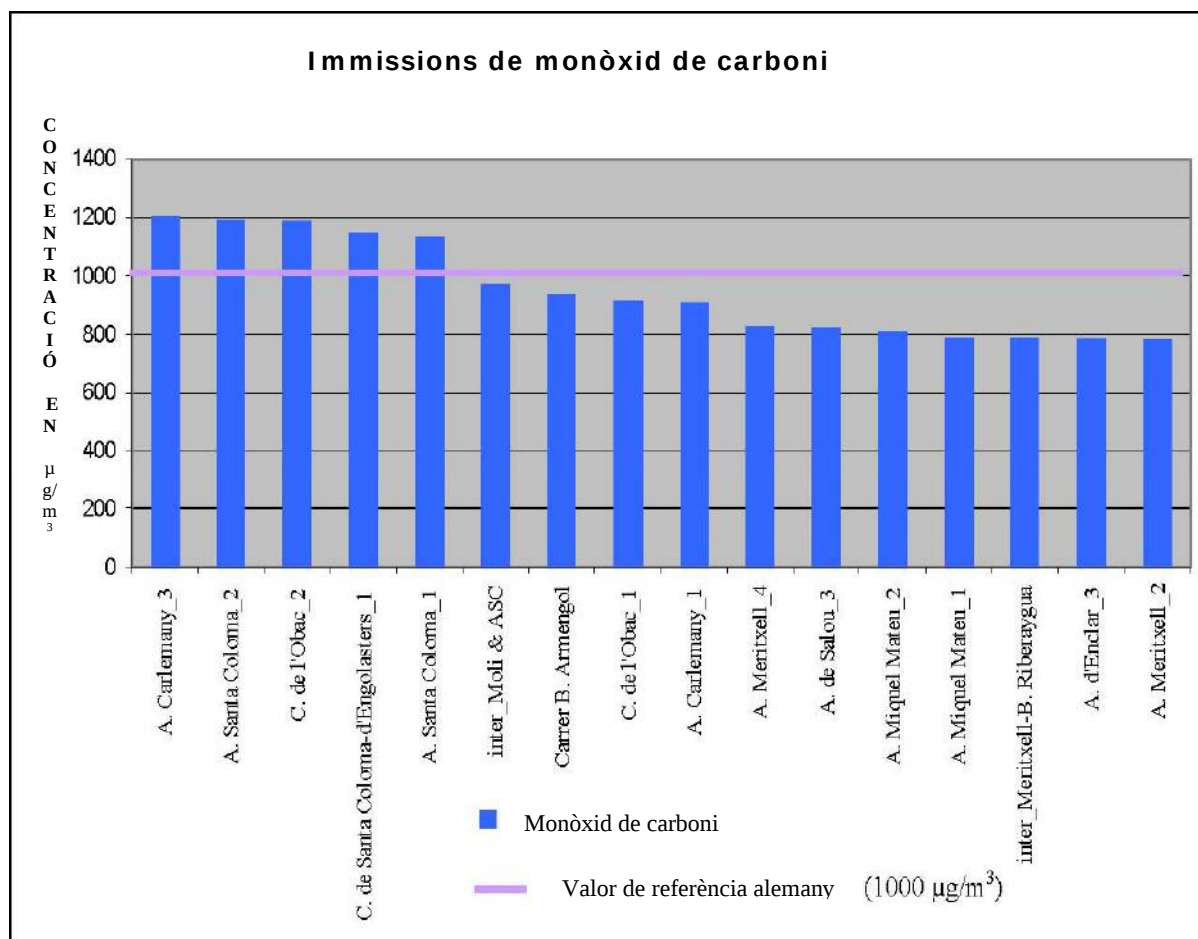
El valor límit a Andorra i l'objectiu de qualitat francès no es respecten en **23 trams**, o sigui el **44 %** dels carrers estudiats. Tots els eixos respecten el valor límit transitori francès aplicable per l'any 2004 en mitjana anual de 52 µg/m³. A més a més, si es considera el **percentil 98**, no hi ha cap superació.

Les immissions més elevades per al diòxid de nitrogen s'han de relacionar amb un trànsit important en l'eix de desviació Sud (CS100), que agrupa la *Carretera de l'Obac*, *A. de Tarragona*, *A. de Salou* i *C. de Santa Coloma d'Engolasters*.

3 . 4 - El monòxid de carboni

Els orígens i els principals efectes del monòxid de carboni (CO) es presenten a l'annex 6.

3 . 4 . 1 – Resultats



3 . 4 . 2 – Comparació amb les normes

Els valors reglamentaris detallats es presenten a l'annex 7.

Immissions en monòxid de carboni

	Valor de referència alemany 1000 µg/m ³
Percentatge de trams que tenen una concentració superior al llindar considerat	9,1 %

Pel que fa al monòxid de carboni, no existeixen ni **objectiu de qualitat**, ni **valor límit** anual. Al no haver-hi llindar andorrà o francès, s'ha guardat com a valor de referència **1000 µg/m³** de mitjana anual, amb referència a les normes alemanyes de qualitat de l'aire.

El valor de referència alemany aplicable a l'aire ambient per al monòxid de carboni es supera en **5 trams**, o sigui el **9,1 %** dels eixos estudiats. Aquestes 5 eixos són l'Avinguda Carlemany_3, l'Avinguda Santa_Coloma_1, l'Avinguda Santa_Coloma_2, la Carretera de l'Obac_2 i la Carretera de Santa-Coloma d'Engolasters_1.

3 . 5 – El diòxid de sofre

Els orígens i els principals efectes del diòxid de sofre (SO₂) es presenten a l'annex 6.

Es recorden els valors reglamentaris a l'annex 7.

L'**objectiu de qualitat francès de 50 g/m³** aplicable a l'aire ambient pel que fa al diòxid de sofre es respecta a tots els carrers estudiats. Així mateix, *el valor límit per a la protecció dels ecosistemes a França i Andorra de 20 µg/m³* es respecta en tots els trams.

3 . 6 – Síntesi dels resultats per als diferents pol·luents per l'any 2004 (estat de referència)

	Normes Franceses			Normes Andorranes
	No respecten l'objectiu de qualitat	No respecten el valor límit 2010	No respecten el valor límit 2004	No respecten el valor límit aplicable
Benzè	100 %	3,6 %	0 %	3,6 %
Partícules PM10	100 %	65 %	65 %	100 %
Diòxid de nitrogen	44 %	44 %	0 %	44 %

Monòxid de carboni	-	-	-	-
Diòxid de sofre	0 %	0 %	0 %	0 %

Taula 2 : Percentatge d'eixos modelitzats en els que la concentració no respecta els objectius de qualitat i/o els valors límits

Si fem el balanç respecte a les normes Andorranes, constatem que:

- ✓ **El valor límit aplicable a l'aire ambient pel que fa a les partícules no es respecta en cap dels eixos de l'estudi.**
- ✓ **El valor límit aplicable a l'aire ambient per al diòxid de nitrogen no es respecta pel que fa a aproximadament la meitat dels eixos de l'estudi. .**
- ✓ **El valor límit aplicable a l'aire ambient per al benzè no es respecta en 2 trams de l'estudi (Avinguda Carlemany_2 i Avinguda Santa Coloma_2)**
- ✓ **No es supera cap dels valors líndars reglamentaris andorrans ni francesos pel que fa al diòxid de sofre.**

Per a la zona estudiada, les concentracions més elevades corresponen a unes vies que presenten:

- ✓ **un alentiment del trànsit**, fins i tot una aturada dels vehicles (cruïlla, congestió important), (cruïlla entre la Baixada del Molí i l'Avinguda Santa Coloma, per exemple),
- ✓ **unes vies estretes**, de tipus "barranc" (Avinguda Carlemany, per exemple),
- ✓ **un trànsit important** (Carretera de l'Obac, per exemple).

IV – SIMULACIONS DE LA UTILITZACIÓ DEL BIODIESEL

4 . 1 - Paràmetres variables de les simulacions: els factors d'emissió

En el marc d'aquest estudi, els únics paràmetres que es fan variar entre les diferents simulacions són els factors d'emissió: tots els altres paràmetres⁶ són idèntics als del model de l'estat de referència detallat anteriorment.

4 . 1 . 1- Factors d'emissió de l'estat de referència

Els factors d'emissió utilitzats pel model de l'estat de referència són els factors de STREET 5 establerts mitjançant el programari IMPACT ADEME V.2, basat sobre la metodologia COPERT III. Els factors utilitzats per STREET es defineixen en funció del tipus de vehicles (VP, VUL, PP, Bus i dues rodes), per a cada categoria de velocitat i per a cada any del parc. STREET disposa per tant d'un factor mitjà d'emissió i no distingeix entre les emissions dels vehicles diesel i gasolina.

Els factors d'emissions STREET, quant al parc de l'any 2004, es van utilitzar com a base de partida per tal de calcular els factors mitjans d'emissió relacionats amb la utilització del biodiesel, un carburant que el programari IMPACT no té en compte.

4 . 1 . 2 – Dades utilitzades per definir els factors d'emissió de les simulacions

Un conjunt de factors d'emissió es va definir per a cada simulació. Els factors d'emissions calculats tenen en compte la part de vehicles que utilitzen el biodiesel i les variacions de les emissions relacionades amb la utilització del biodiesel.

Variació de les emissions:

A fi de determinar l'evolució de les emissions relacionades amb la utilització del biodiesel, es van estudiar dues fonts de dades diferents:

- ✓ la d'una empresa que proposa lliurar el biodiesel –per al SO₂, el CO i el benzè,
- ✓ i l'EPA⁷ -per als NO_x i les PM₁₀-.

⁶ Entre altres la repartició del parc, TMDA, condició meteorològica, any del parc (2004), ...

⁷ EPA Environmental Protection Agency, A Comprehensive Analysis of Biodiesel impacts on Exhaust Emissions.

% change emissions=[exp(a*(vol%biodiesel)) – 1]*100, amb a (NO_x) = 0,0009794 i a (PM₁₀) = – 0,006384

Tanmateix, la utilització del biodiesel presenta constreyniments que s'han de tenir en compte. Així, les temperatures bastant baixes al Principat d'Andorra durant l'hivern, necessiten una limitació de la barreja de biodiesel al 10 %, ja que sinó el carburant pot gelar. En el marc d'aquesta modelització, s'ha decidit definir un biodiesel al 10 % durant l'hivern i al 30 % durant l'estiu.

Es van determinar els percentatges de variacions de les emissions entre un vehicle diesel i un vehicle que utilitza el biodiesel tenint en compte els percentatges de biodiesel utilitzats, l'informe de l'EPA i les dades posades a disposició per un distribuïdor de biodiesel. Aquests valors es presenten a continuació al quadre 3.

A fi d'obtenir la variació mitjana al llarg de l'any, només ha calgut fer la mitjana de les variacions de les barreges al 10 i al 30 % de biodiesel.

pol·luents	SO2	PM10	NOX	CO	Benzè
Evolució relacionada amb el biodiesel 10% a l'hivern	-10 %	-6,2 %	+1 %	-2 %	-2,4 %
Evolució relacionada amb el biodiesel 30% a l'estiu	-30 %	-17,5 %	+3 %	-6 %	-7 %
Evolució mitjana al llarg de l'any	-20 %	-11,8 %	+2 %	-4 %	-4,7 %

Taula 3 : Variació del factor d'emissió en funció del biodiesel utilitzat (en %) respecte al factor d'emissió d'IMPACT- Fonts: EPA i empresa catalana de biodiesel

Part dels vehicles que utilitzen el biodiesel

A fi de definir els factors d'emissions que tenen en compte la utilització del biodiesel, va ser indispensable aplicar únicament la disminució del factor d'emissió –tret de la taula anterior- a la proporció dels vehicles del parc automòbil andorrà que utilitzen el biodiesel.

En primer lloc, va ser necessari definir, per a cada pol·luent, la part del factor d'emissió provinent dels vehicles gasolina i dels vehicles diesel. Aquests percentatges, presentats a la taula 4, es van calcular a partir del programari ADEME IMPACT V.2.

pol·luents	SO2	PM10	NOX	CO	Benzè
Vehicle Particular	69	100	77	17	13
Vehicle Utilitari Lleuger	98	100	97	46	34
Pesos Pesants ⁸	100	100	100	100	100
Bus ⁵	100	100	100	100	100
2 rodes	0	0	0	0	0

Taula 4: Part de les emissions dels vehicles diesel en %

Aquesta taula s'ha de llegir per línia, de la següent manera: pel que fa als vehicles particulars (VP), el 69 % des les emissions de SO2 estan emesos pels VP diesel. La resta de les emissions de SO2 (31%) està emesa pels VP gasolina.

En segon lloc, els factors d'emissió per a cada simulació van ser definits a partir del percentatge de vehicles diesel que circulen amb biodiesel:

- ✓ **Simulació 1:** 5% dels vehicles
- ✓ **Simulació 2:** 15% dels vehicles
- ✓ **Simulació 3 :** 100% dels PP
- ✓ **Simulació 4 :** 100% dels PP + 5% dels vehicles
- ✓ **Simulació 5 :** 100% dels PP + 15% dels vehicles
- ✓ **Simulació 6 :** 100% dels vehicles

4 . 1 . 3 - Càlcul dels factors d'emissió per a les simulacions

Els factors d'emissió, per a cada pol·luent i per a cada tipus de vehicles es van calcular tenint en compte tots els factors presentats anteriorment. El factor d'emissió és la suma ponderada dels factors d'emissió per als vehicles gasolina, diesel i diesel que utilitzen el biodiesel.

⁸ Es considera, en aquest cas, que tots els pesos pesants i tots els autobusos circulen amb diesel

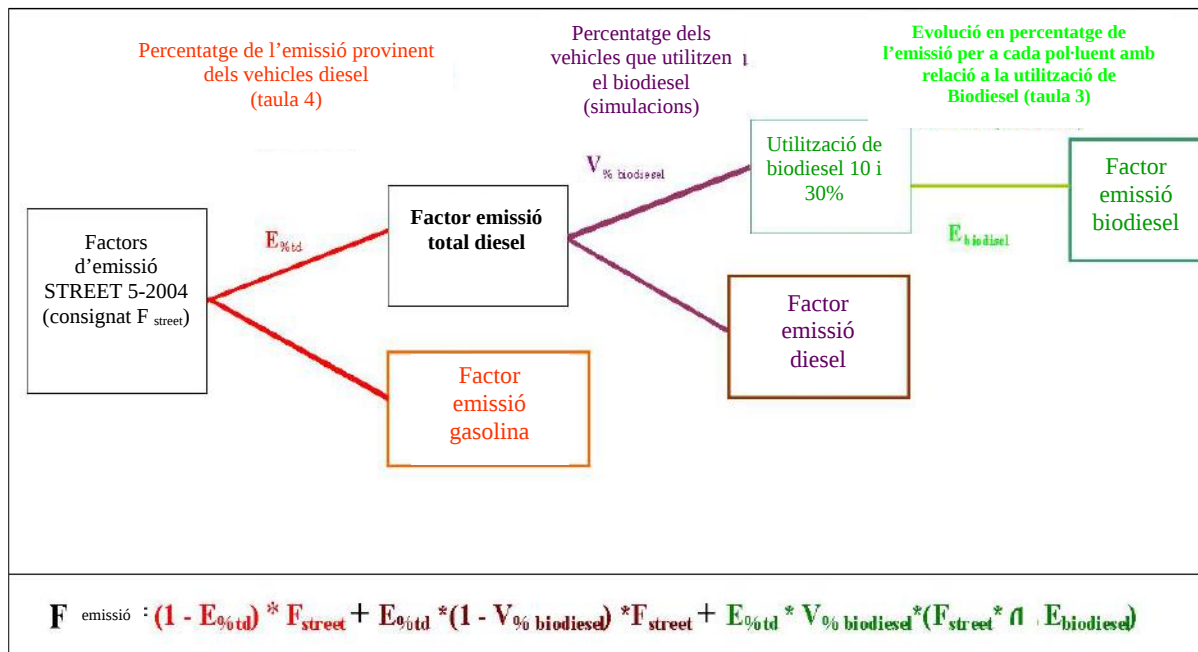


Figura 2: Càlcul dels factors d'emissió

S'aconsegueix així un factor d'emissió ponderat per a cada tipus de vehicle seguint els criteris definits per a cadascuna de les simulacions.

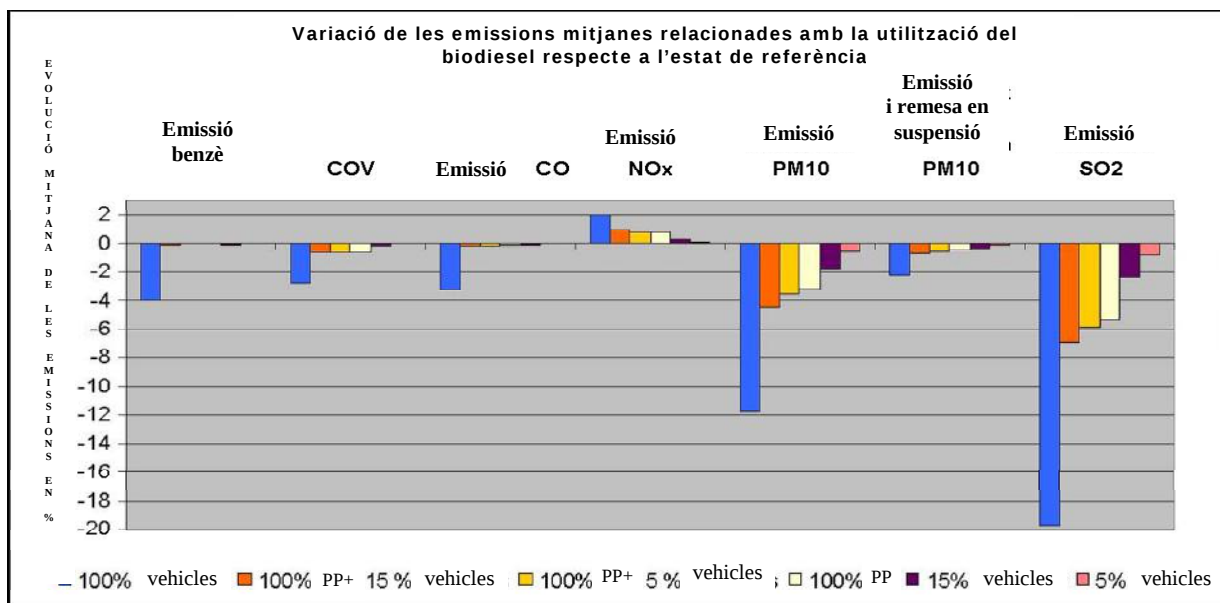
4 . 2 - Efecte global de la utilització de biodiesel sobre les immissions i les emissions

En un primer lloc, es presenta l'impacte de la utilització del biodiesel sobre les emissions i les immissions per al conjunt dels eixos. En segon lloc, es detallarà l'impacte d'aquestes mesures sobre els eixos de l'estat de referència que tenen les immissions més importants (vegeu llista al punt 4.3).

4 . 2 . 1 – Evolució de les emissions

Els resultats provinents de cadascuna de les situacions han permès avaluar l'evolució de les emissions en totes les vies de comunicació modelitzades. Per tant, les conclusions que venen a continuació són generals per a tot el conjunt de la zona estudiada.

- ✓ Segons les simulacions, s'observa una disminució més o menys important de les emissions pel que fa al benzè, les COV, el monòxid de carboni, les partícules i el diòxid de sofre.
- ✓ Es calcula un lleuger augment de les emissions de diòxid de nitrogen, degut als factors d'emissió provinents de l'EPA.



Les variacions de les emissions lligades a la utilització del biodiesel són realment significatives només pel que fa a la simulació amb el 100 % dels vehicles diesel que utilitzen el biodiesel en tota la xarxa de l'estudi: les evolucions són llavors de - 2% (CO, COV, benzè), -6% (PM10) i - 19% (SO2) amb relació a l'estat de referència.

Respecte a les altres situacions, l'impacte de la utilització del biodiesel sobre les emissions de la zona estudiada sembla ser negligible pel que fa al benzè (de - 0,2 a - 0,1 %), les COV (de - 0,05 a - 0,68%) i el CO (de - 0,03 à - 0,2%). Les evolucions de les emissions amb relació a les partícules i el SO2 són respectivament de l'ordre de -0,3 a -2% i de -2 a -6% en funció de les simulacions.

Balanç :

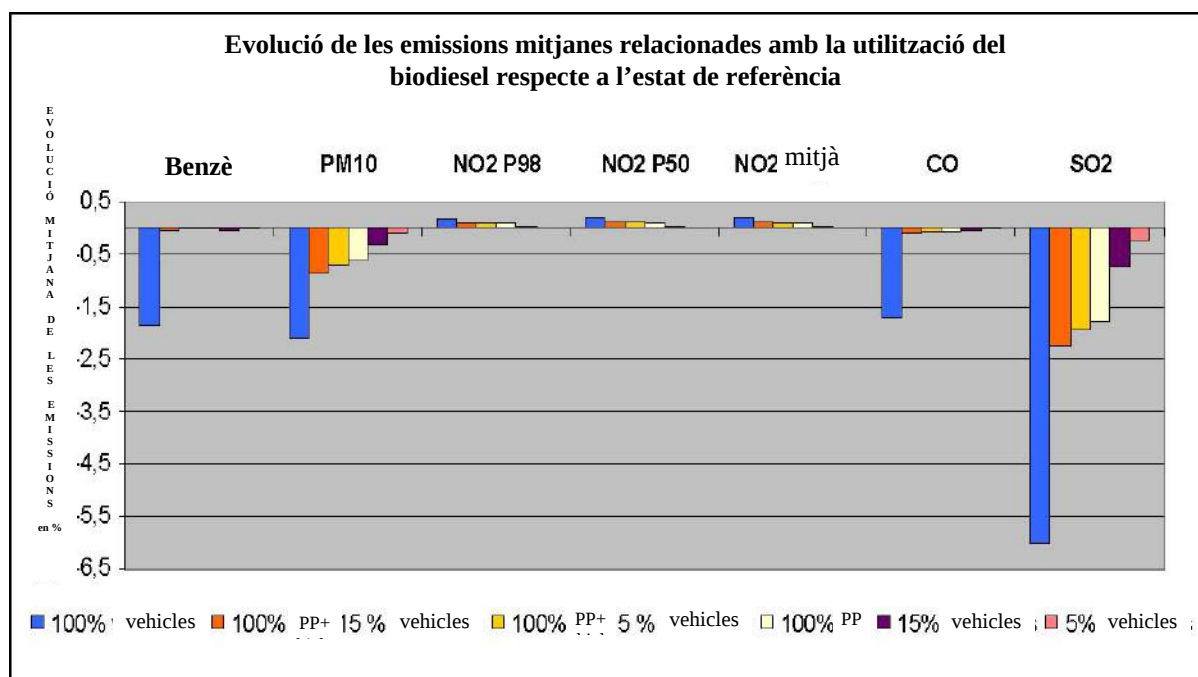
Tan sols la utilització del biodiesel pel 100% dels vehicles diesel del parc tindria un veritable impacte sobre les emissions pel que fa a cadascun dels pol·luents.

En particular, el fet de considerar únicament el 5 % dels vehicles amb biodiesel té un impacte sobre les emissions negligible del tot.

Amb relació a les emissions de PM10 i SO2, la utilització del biodiesel té un impacte positiu amb una disminució de 1% i de 2 % de les emissions, en el moment en que almenys el 15 % dels vehicles utilitzen el biodiesel.

Constatem també que quan més gran és la proporció de vehicles que utilitzen el biodiesel, més important és la variació de les emissions amb relació a l'estat inicial.

4 . 2 . 2 – Immissions



STREET calcula les immissions en concentració mitjana anual per als 55 trams de l'estudi.

El gràfic anterior permet avaluar la variació de les immissions en totes les vies de comunicació modelitzades. Es correlacionen els resultats amb les variacions de les emissions presentades anteriorment, ja que per calcular les immissions, STREET combina les dades d'emissió, de tipologia de carrer i de meteorologia.

Les evolucions de les immissions observades són, però, inferiors a les evolucions de les emissions, ja que s'han pres en consideració la dispersió dels pol·luents. Les tendències globals de la evolució de les immissions en tot l'estudi són similars a les que s'han observat per a les emissions: **tan sols la utilització del biodiesel pel 100 % dels vehicles tindria un impacte significatiu sobre la majoria dels pol·luents.**

4 . 3 – Estudi dels eixos que tenen immissions importants per a cada pol·luent

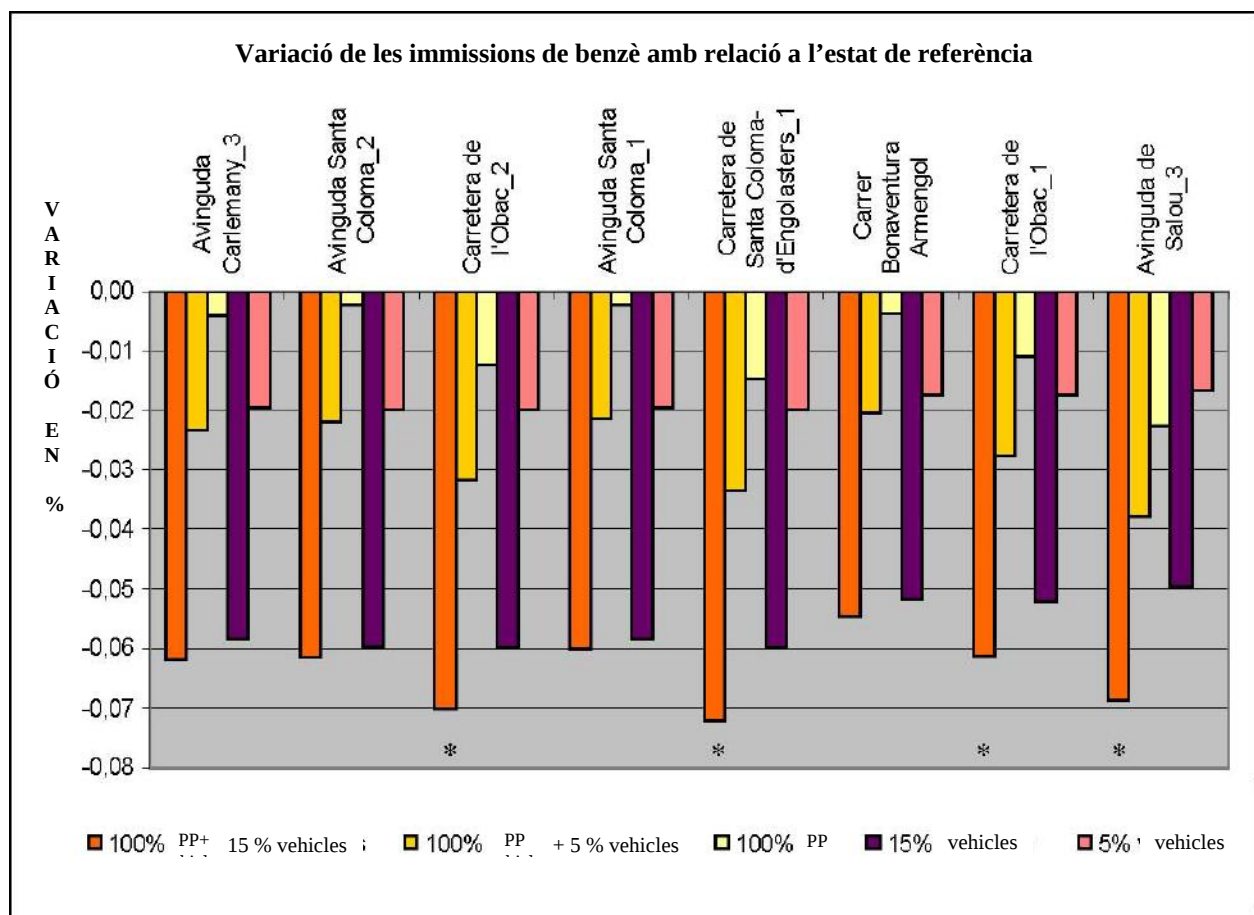
A fi de completar l'estudi i de detallar, per a cada pol·luent, l'efecte de la utilització del biodiesel, s'aprofundeixen en aquest paràgraf els resultats dels 8 trams en els que les immissions calculades per STREET són importants per a la majoria dels pol·luents i per a totes les simulacions, excepte la del "100% dels vehicles".

Els eixos escollits també són representatius dels diferents tipus de trams que es van simular en el marc d'aquest estudi, o sigui:

- ✓ les vies de tipus “barranc” al centre ciutat – n°9, 10, 11 i 46,
- ✓ els eixos perifèrics amb un trànsit important n°24, 33, 34
- ✓ 36 (anotats amb un * en els gràfics que venen a continuació).

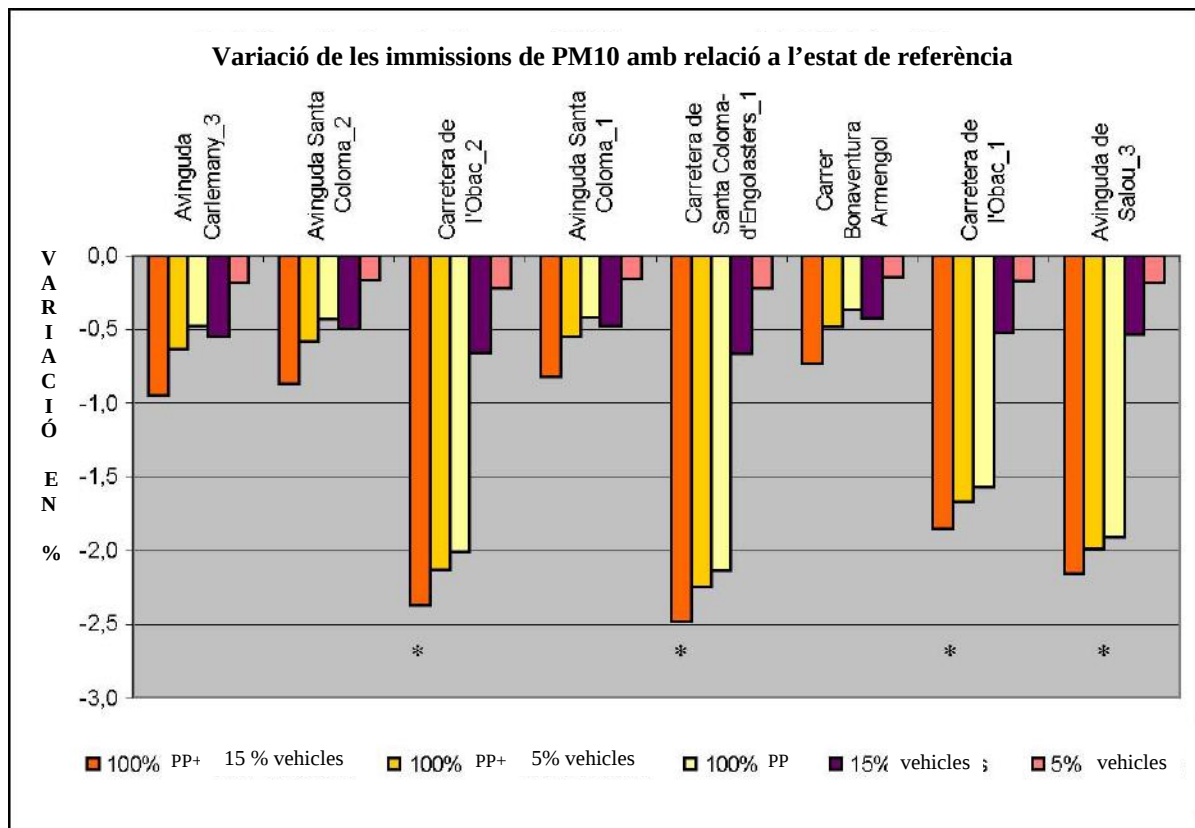
Índex	Eixos
46	Avinguda Carlemany_3
24*	Avinguda de Salou_3
10	Avinguda Santa Coloma_1
11	Avinguda Santa Coloma_2
9	Carrer Bonaventura Armengol
33*	Carretera de l'Obac_1
34*	Carretera de l'Obac_2
36*	Carretera de Santa Coloma-d'Engolasters_1

4 . 3 . 1 - Benzè



Sigui la que sigui la simulació, l'evolució de les immissions és negligible (disminució de -0,07 a -0,005%), fins i tot pel que fa als 8 trams que tenen les immissions més altes ($> 4,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

4 . 3 . 2 - Partícules PM10

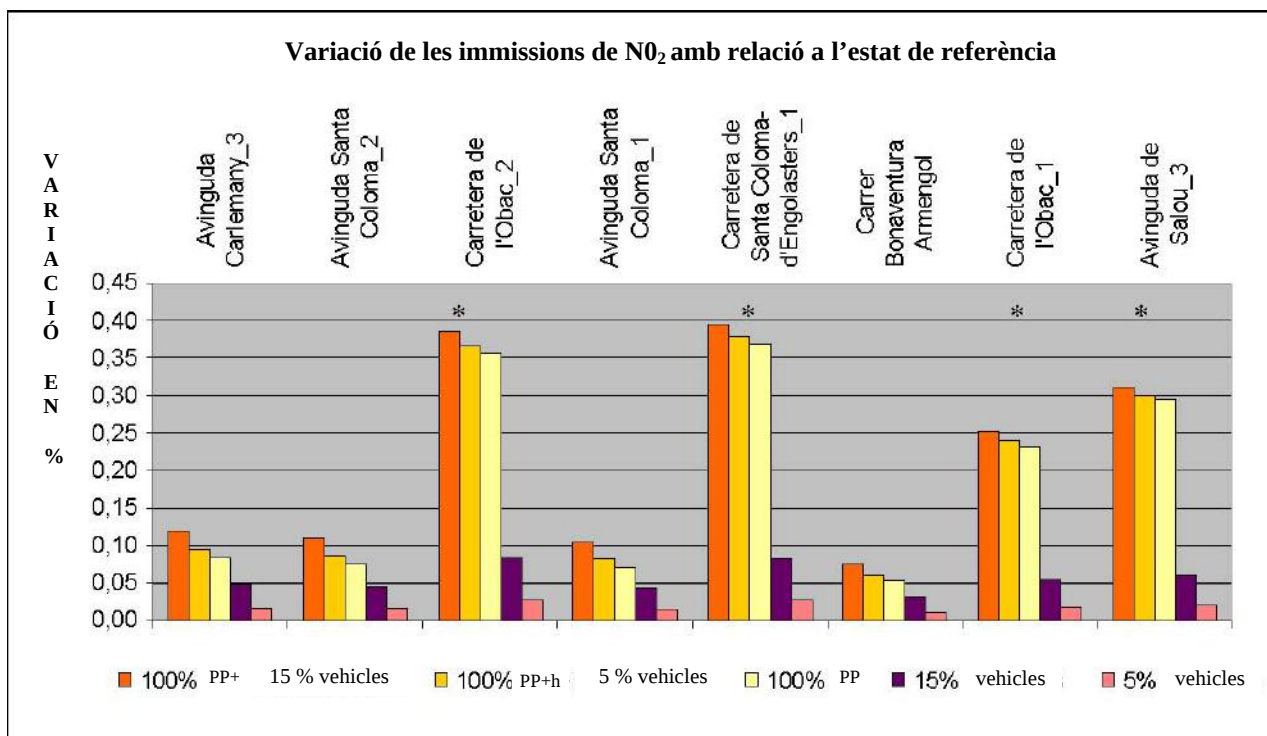


Les variacions de les immissions de partícules PM10 varien en funció dels diferents tipus de trams i de la utilització del biodiesel pels pesos pesants.

Respecte a les 2 simulacions amb el 100 % dels pesos pesants que circulen amb biodiesel, la variació de les immissions és negligible per als 4 trams al centre ciutat (nº46, 9, 10, 11 –sense *–). Aquesta distinció està relacionada amb un percentatge baix de pesos pesants que circulen per aquestes vies. De fet, els pesos pesants tenen prohibit circular per algunes vies del centre ciutat (A. Carlemany_4, per exemple).

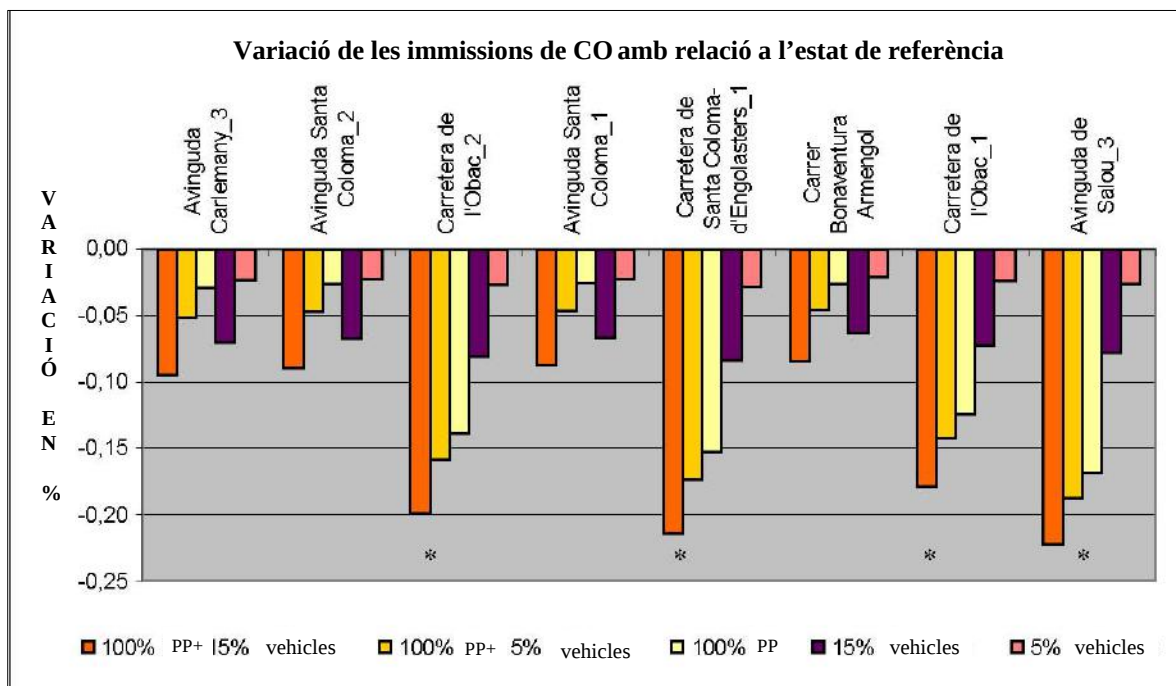
Tanmateix, respecte als trams de la desviació Sud per la qual passa la majoria del trànsit de pesos pesants –anotats *–, constatem que s'aconsegueix una disminució de les immissions d'un 2 % degut al fet que la totalitat dels pesos pesants circulen amb biodiesel.

4 . 3 . 3 - Diòxid de nitrogen



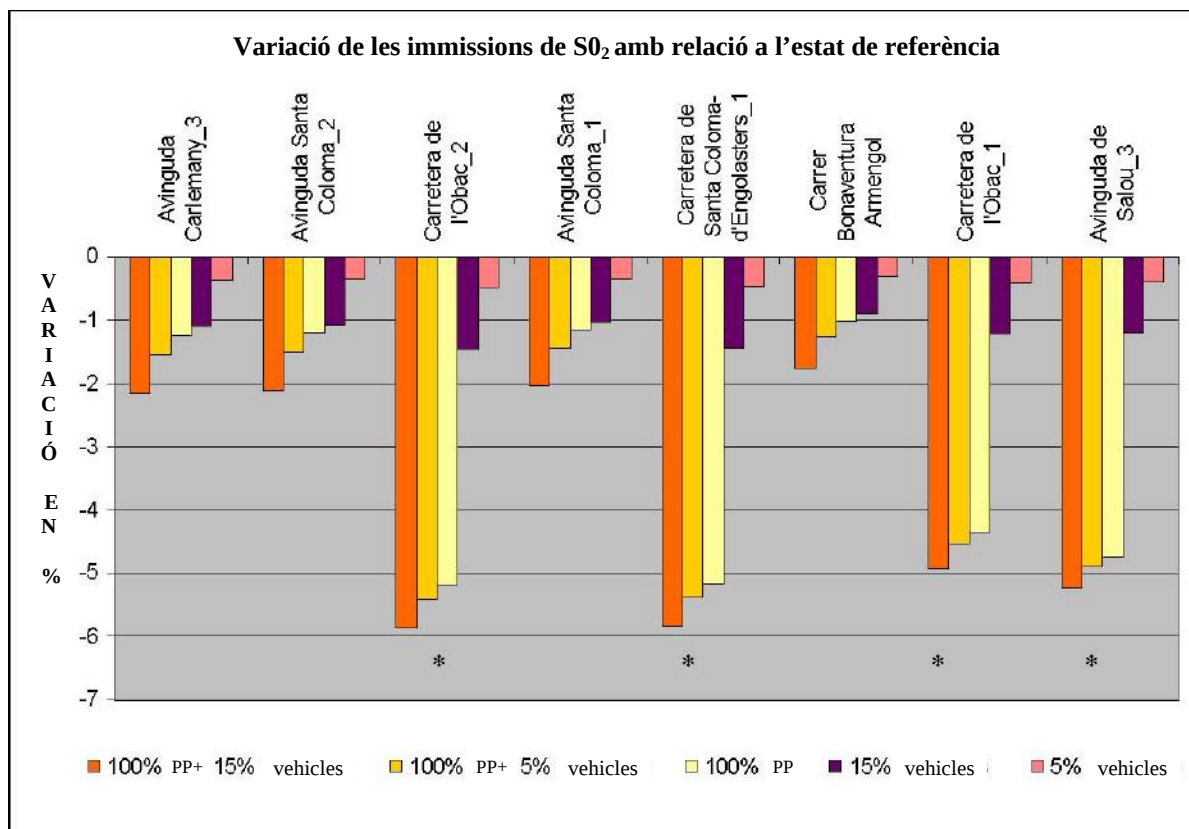
L'evolució de les immissions pel que fa al diòxid de nitrogen és totalment negligible per a aquestes 5 simulacions. Encara que les simulacions amb el 100% dels pesos pesants que circulen amb biodiesel multipliquin per 4 a 5 l'augment de les immissions, aquestes segueixen sent molt negligibles (< 0,5%).

4 . 3 . 4 - Monòxid de carboni



La variació de les immissions pel que fa al *monòxid de carboni* és també negligible per a aquestes 5 simulacions. Encara que les simulacions amb el 100% dels pesos pesants que circulen amb biodiesel disminueixin dues vegades més les immissions, aquestes segueixen sent negligibles (<0,25%).

4 . 3 . 5 - Diòxid de sofre



Les immissions de SO₂ disminueixen aproximadament del 5% pel que fa a les vies amb un trànsit de pesos pesants important i del 1,5% pel que fa a les vies del centre ciutat sense pesos pesants.

Balanç :

Respecte a aquestes 5 simulacions, les variacions en percentatge apareixen negligibles del tot (inferiors al 0,4%) pel que fa al *benzè*, el *diòxid de nitrogen* i el *monòxid de carboni*.

Respecte a les immissions de *PM10* i *SO2*, les simulacions preveuen variacions febles de:

-1% a -5% per al *SO2* i de -0,5% a -2,5% per a les *PM10*. Les variacions més grans s'aconsegueixen per a les simulacions amb el 100% de pesos pesants que circulen amb biodiesel i això, únicament en els eixos perifèrics que tenen un trànsit important.

Aquest estudi dels eixos més pol·luïts, permet confirmar les observacions que surten al paràgraf 4.2.2, o sigui que cap de les cinc situacions previstes aquí no portaria una millora realment significativa.

4 . 3 . 6 - Estudi detallat de la simulació amb el 100% dels vehicles diesel que circulen amb biodiesel

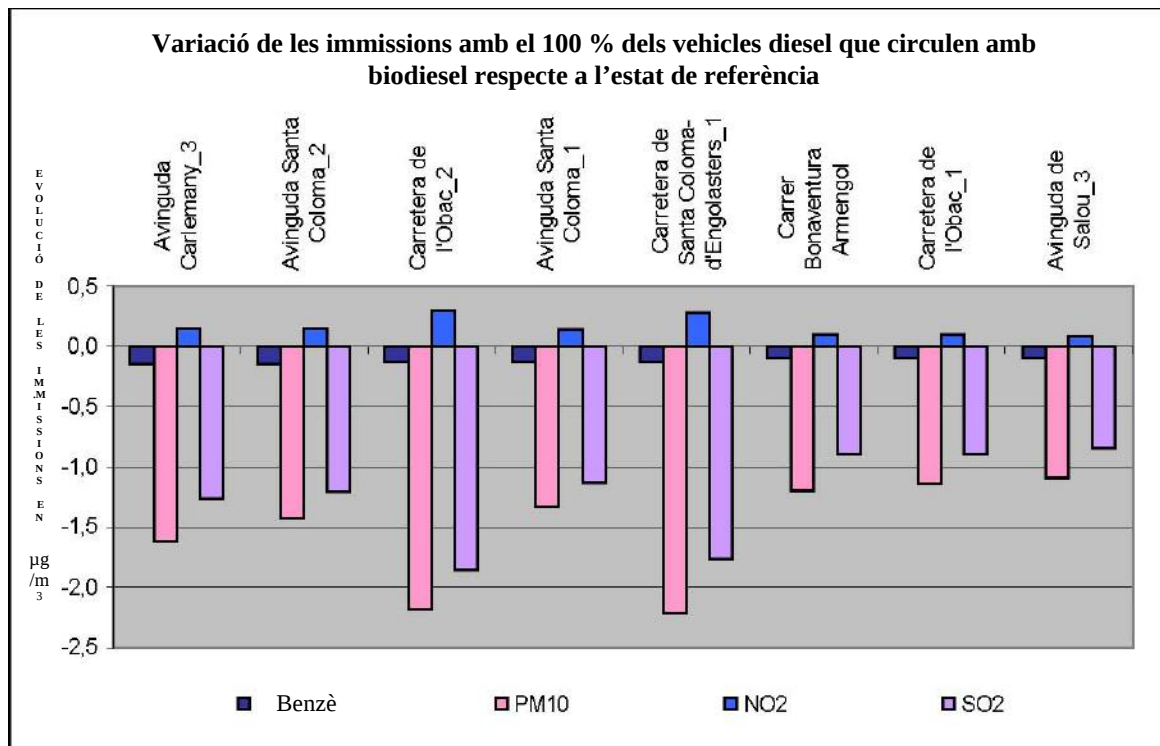
En vista de la conclusió del paràgraf anterior, tan sols s'aprofundeix aquí la situació més voluntària amb el 100 % dels vehicles diesel que circulen amb biodiesel, per als 8 trams amb més pol·lució.

Per una banda, la taula que surt a continuació presenta les variacions mitjanes en percentatge de les immissions per a aquests 8 trams i per a cada pol·luent.

	benzè	PM10	NO ₂	CO	SO ₂
Mitjana de la evolució de les immissions en aquests 8 eixos en %	-2,6%	-3,6%	0,4%	-2,3%	-9,5%

Les variacions obtingudes són molt més importants que per a les 5 simulacions anteriors. Es nota una disminució de les immissions respecte al benzè, el CO, les PM10 i el SO2. Tanmateix, les immissions de NO2 augmenten del 0,4%.

A fi d'avaluar l'impacte sobre la qualitat de l'aire de les variacions relacionades amb la utilització del biodiesel, s'ha detallat l'impacte d'aquestes variacions en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en aquests 8 trams:



Els resultats obtinguts mostren que l'impacte sobre la variació de les immissions és negligible pel que fa al benzè i el NO₂ (augment o disminució inferior a 0,5 µg/m³). La variació de les immissions per a aquests pol·luents amb relació a l'estat de referència no sembla per tant susceptible d'aportar una millora significativa a la qualitat de l'aire d'Andorra la Vella i Escaldes-Engordany.

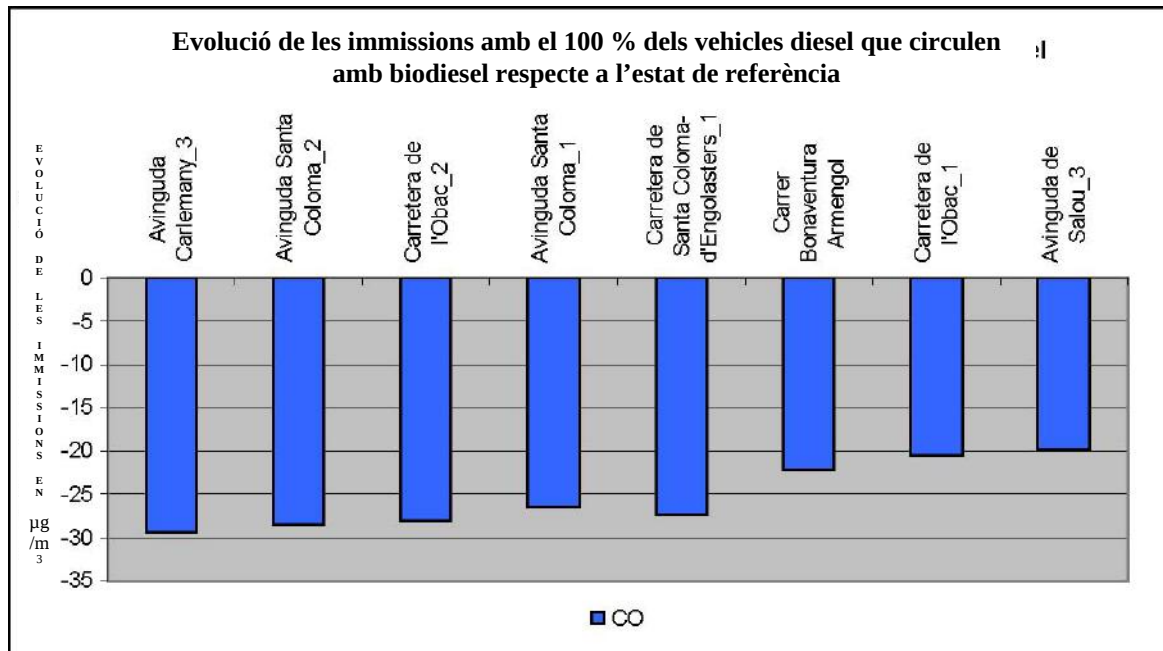
✓ SO₂ i PM₁₀

Les disminucions de SO₂ i PM₁₀ són aproximadament d'1 a 2 µg/m³ pel que fa als trams estudiats:

- ✓ Respecte al SO₂, les variacions són globalment significatives amb un -10% de les immissions de SO₂. Per exemple, amb referència a la *Carretera de l'Obac_2*, les immissions passen de 16,4 µg/m³ a 14,5 µg/m³. Tanmateix, això no canvia res al fet que el valor límit aplicable per l'any 2004 de 50 µg/m³ està àmpliament respectat en tots els trams, amb o sense l'ús del biodiesel.
- ✓ Respecte a les PM₁₀, la variació de les immissions és bastant feble. Així, per la *Carretera de l'Obac_2*, les immissions (sense remesa en suspensió) passen de 49,5 µg/m³ a 47,3 µg/m³. Per tant, globalment, hi ha una feble disminució de les immissions de partícules, amb un impacte molt limitat. Alguns trams són

susceptibles de passar sota el valor llindar francès de 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (valor límit l'any 2005), però les incerteses pel que fa als resultats de la modelització i la feble disminució de les immissions ($< 2 \mu\text{g}/\text{m}^3$) no permeten establir una millora real de les immissions de partícules PM10 en la zona d'estudi.

✓ CO



Les variacions de les immissions de CO són aproximadament de $-25 \mu\text{g}/\text{m}^3$, la qual cosa aporta una millora de les immissions de CO, sense per tant permetre als trams més pol·luïts passar per sota del valor de referència alemany⁹ de $1000 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Balanç:

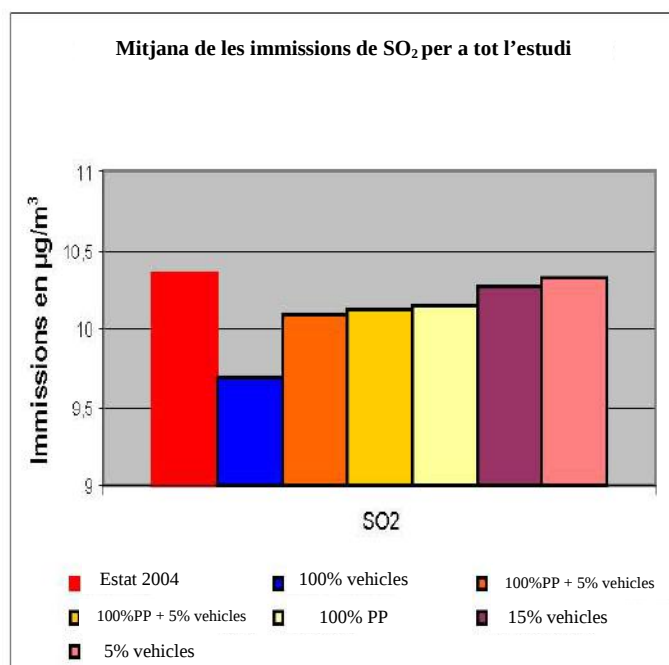
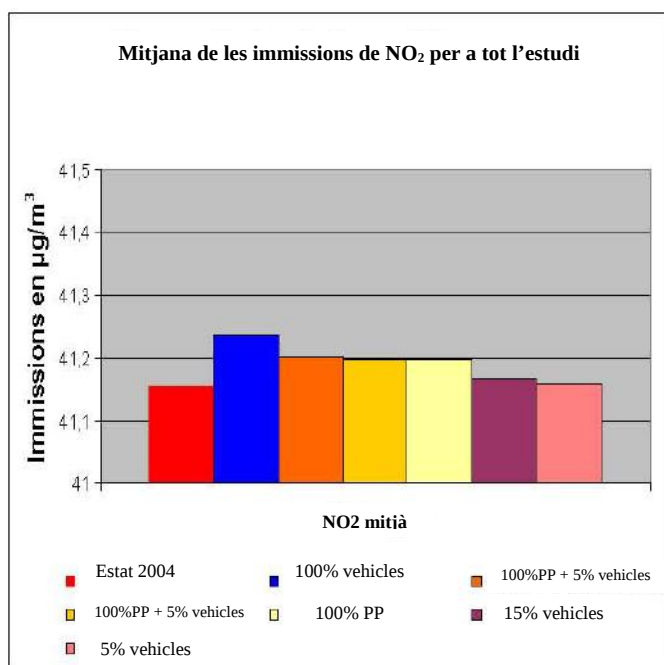
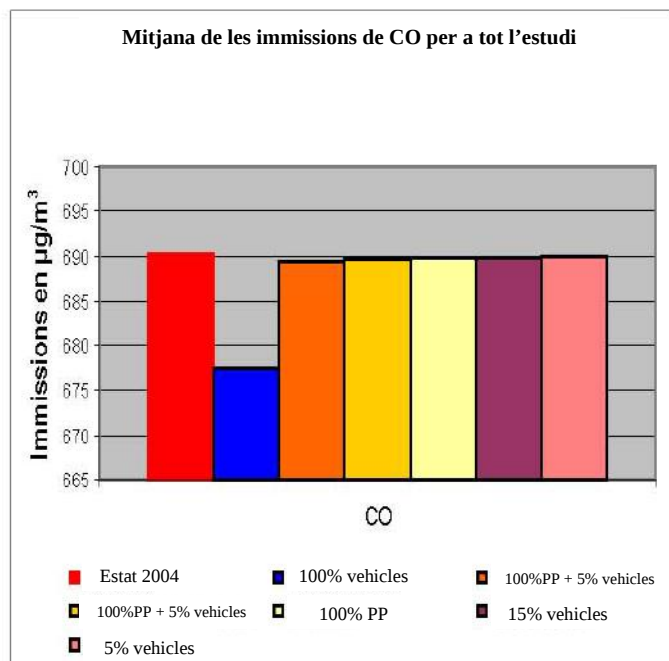
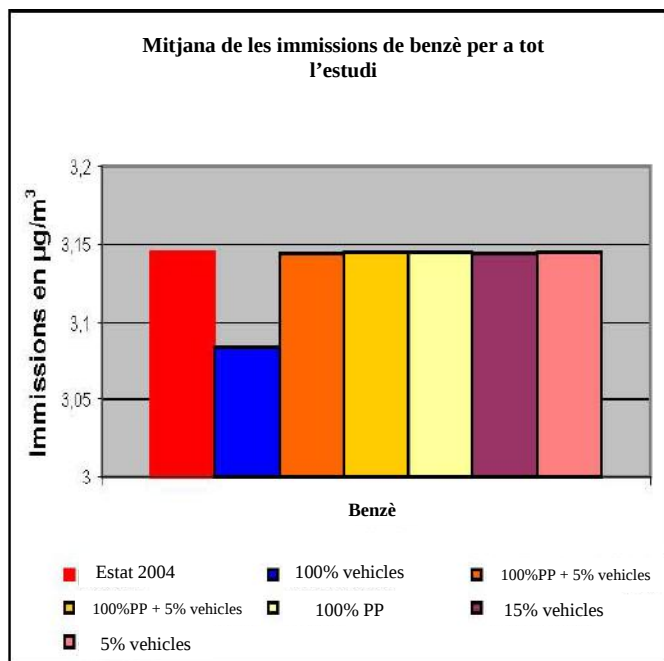
En vista de les febles variacions de les immissions relacionades amb l'ús del biodiesel per a la modelització¹⁰ del vall central d'Andorra, les parròquies d'Andorra la Vella i Escaldes-Engordany, l'ús del biodiesel no permet una millora significativa de la qualitat de l'aire a escala del carrer –vegeu gràfics i taula-

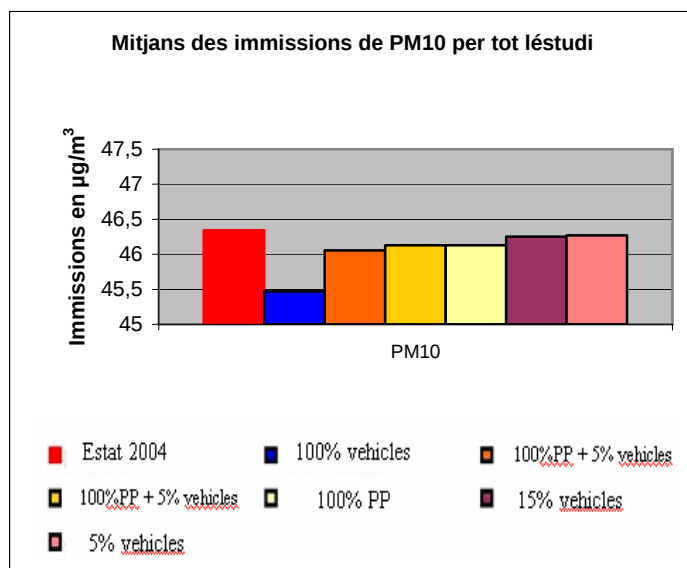
⁹ Al no disposar de llindar reglamentari francès, es fa servir el valor de referència alemany.

¹⁰ Convé, però, tenir en compte una incertesa mitjana del 25% sobre els resultats simulats.

La simulació per al 100% dels vehicles diesel que utilitzen el biodiesel ha posat de manifest una disminució feble des les immissions respecte al CO, les PM10 i el SO2 i unes variacions molt negligibles quant al benzè i el NO2.

Figura 3: Immissions mitjanes en els 55 eixos de l'estudi per a cada situació





Nota: s'han escollit les escales d'aquests diferents gràfics a fi de visualitzar de la millor manera les diferències entre les situacions, encara que aquestes diferències no siguin representatives a nivell científic.

	Benzè	PM10	NO ₂	CO	SO ₂
Estat 2004	3,15	38	41,2	690	10,4
100 % vehicles	3,08	37,2	41,2	678	9,7
100 % PP + 15 % vehicles	3,14	37,7	41,2	689	10,1
100 % PP + 5 % vehicles	3,15	37,7	41,2	690	10,1
100 % PP	3,15	37,8	41,2	690	10,2
15 % vehicles	3,14	37,9	41,2	690	10,3
5 % vehicles	3,15	38	41,2	690	10,3

Taula 5: Immissions mitjanes en tots els eixos de l'estudi en µg / m³

V – CONCLUSIÓ

L'objectiu d'aquest estudi era modelitzar l'impacte del trànsit automòbil respecte a la qualitat de l'aire en la vall central d'Andorra, que correspon a les parròquies d'Andorra la Vella i Escaldes-Engordany a nivell del carrer i avaluar l'impacte sobre les immissions de l'ús del biodiesel pel parc automòbil.

5 . 1 - Estudi de l'estat de referència

- ✓ Aquest estudi ha posat de manifest unes concentracions de partícules altes per al conjunt dels carrers estudiats així com valors elevats de benzè, partícules, CO i NO₂ en alguns trams.
- ✓ A fi d'optimitzar els resultats de la modelització amb STREET, caldria definir una pol·lució de fons més específica, separant el centre ciutat – representat per l'estació fixa de les Escaldes – i la perifèria de la Parròquia d'Andorra la Vella. En particular, els resultats molt alts obtinguts a través de la modelització per a les partícules, amb remesa en suspensió haurien d'estar validats per les dades de terreny respecte a alguns dels trams estudiats..

5 . 2 - Estudi de les simulacions

L'estudi d'unes 6 simulacions de posada en servei del biodiesel ha permès avaluar, en aquests diferents casos, les variacions de les immissions en les Parròquies d'Andorra la Vella i Escaldes-Engordany:

5 . 2 . 1 - Impacte sobre les emissions

L'ús del biodiesel pel 100 % dels vehicles diesel permetria disminuir les emissions de benzè, de partícules, de CO i SO₂ (de -2 a -19% segons els pol·luents). Tanmateix, això provocaria igualment un augment mitjà del 2% de les emissions de NO₂.

5 . 2 . 2 - Impacte sobre les immissions

L'ús del biodiesel pel 100 % dels vehicles diesel permetria una disminució feble de les immissions de CO, les PM₁₀ i el SO₂. Les variacions de les immissions serien negligibles respecte al benzè i el NO₂;

L'ús del biodiesel pel 100 % dels pesos pesants permetria una disminució molt feble de les immissions respecte a les PM₁₀ i el SO₂.

Les variacions de les immissions serien negligibles per al *benzè*, el CO i el NO₂.

5 . 3 – Balanç i perspectives

Globalment, respecte al conjunt dels pol·luents estudiats, l'ús del biodiesel no permetria una variació significativa de les immissions. De fet, de manera general, les condicions meteorològiques i de tipologia de carrer no són favorables a la bona dispersió dels pol·luents emesos. Per tant, el sol ús del biodiesel pel parc automòbil andorrà en el marc de les simulacions estudiades no portaria una veritable millora de la qualitat de l'aire en la vall central d'Andorra, les Parròquies d'Andorra la Vella i Escaldes-Endordany. També es pot preveure l'ús del biodiesel com a carburant de calefacció per tal de disminuir les immissions. Tanmateix, s'haurà d'escollir correctament la barreja del diesel amb el biodiesel a fi que aquesta no geli.

A fi de permetre una millora real de la qualitat de l'aire a la vall central d'Andorra, les Parròquies d'Andorra la Vella i Escaldes-Endordany, es podrien escollir d'altres opcions en paral·lel com ara el desenvolupament dels transports públics o també l'ús d'autobusos elèctrics.

BIBLIOGRAFIA

- ✓ Manual d'utilització de STREET 5 – KTT – Targeting – TUV
- ✓ "A Comprehensive Analysis of Biodiesel Impact on Exhaust Emissions- Draft Technical Report"– EPA– octubre de 2002
- ✓ "Dossier informatiu" – petromiralles – BDP (BioDiesel Peninsular) –"Tecnologies avançades en estalvi i eficiència energètica "–Energia Demo.
- ✓ "Examen critique du biodiesel employé comme carburant dans les transports au Canada" GCSI –Direcció dels sistemes de transport – març de 1998
- ✓ Tesina de Béatrice Bourdeau "Evolution du parc français entre 1970 et 2020"INRETS – gener de 1998
- ✓ Informe de fi d'estudis de Mathieu Meylan (ESTP) "Mise en place et validation du logiciel STREET sur le territoire du Grand Lyon"– Comunitat Urbana de Lyon – juny de 2000
- ✓ Estat inicial dels principals traçadors de la pol·lució provinent del trànsit rodat abans de la posada en servei de la segona línia del tramvia de l'aglomeració de Montpellier – AIR LR – Gener 2003

GLOSSARI

➤**Emissions** : rebuigs pol·luents emesos per les fonts de pol·lució naturals i antròpiques

➤**Immissions** : concentracions que es troben a l'aire ambient

➤**Percentil 50** : valor respectat pel 50% de les dades de la sèrie estadística considerada (o superat pel 50% de les dades)

➤**Percentil 98** : valor respectat pel 98% de les dades de la sèrie estadística considerada (o superat pel 2% de les dades)

➤**Valor límit** : un nivell màxim de concentració de substàncies pol·luents a l'atmosfera, establert sobre la base de coneixements científics, a fi d'evitar, prevenir o reduir els efectes nocius d'aquestes substàncies per a la salut humana o per al medi ambient

➤**Objectiu de qualitat** : un nivell de concentració de substàncies pol·luents a l'atmosfera, establert sobre la base de coneixements científics, a fi d'evitar, prevenir o reduir els efectes nocius d'aquestes substàncies per a la salut humana o per al medi ambient, a

aconseguir en un període donat.

➤**PP** : Pesos Pesants

➤**TMDA** : Trànsit Mitjà Diari Anual

➤**μg** : micrograma (un micrograma equival a un milionèsim de gram)

ANNEXOS

Annex 1: Trams estudiats

Annex 2: El programari STREET

Annex 3: Carrer tipus “barranc”

Annex 4: Cartografia dels pol·luents

Annex 5: Comparació dels 2 mètodes de càlculs de les immissions de PM10

Annex 6: Presentació dels pol·luents

Annex 7: Reglamentació vigent

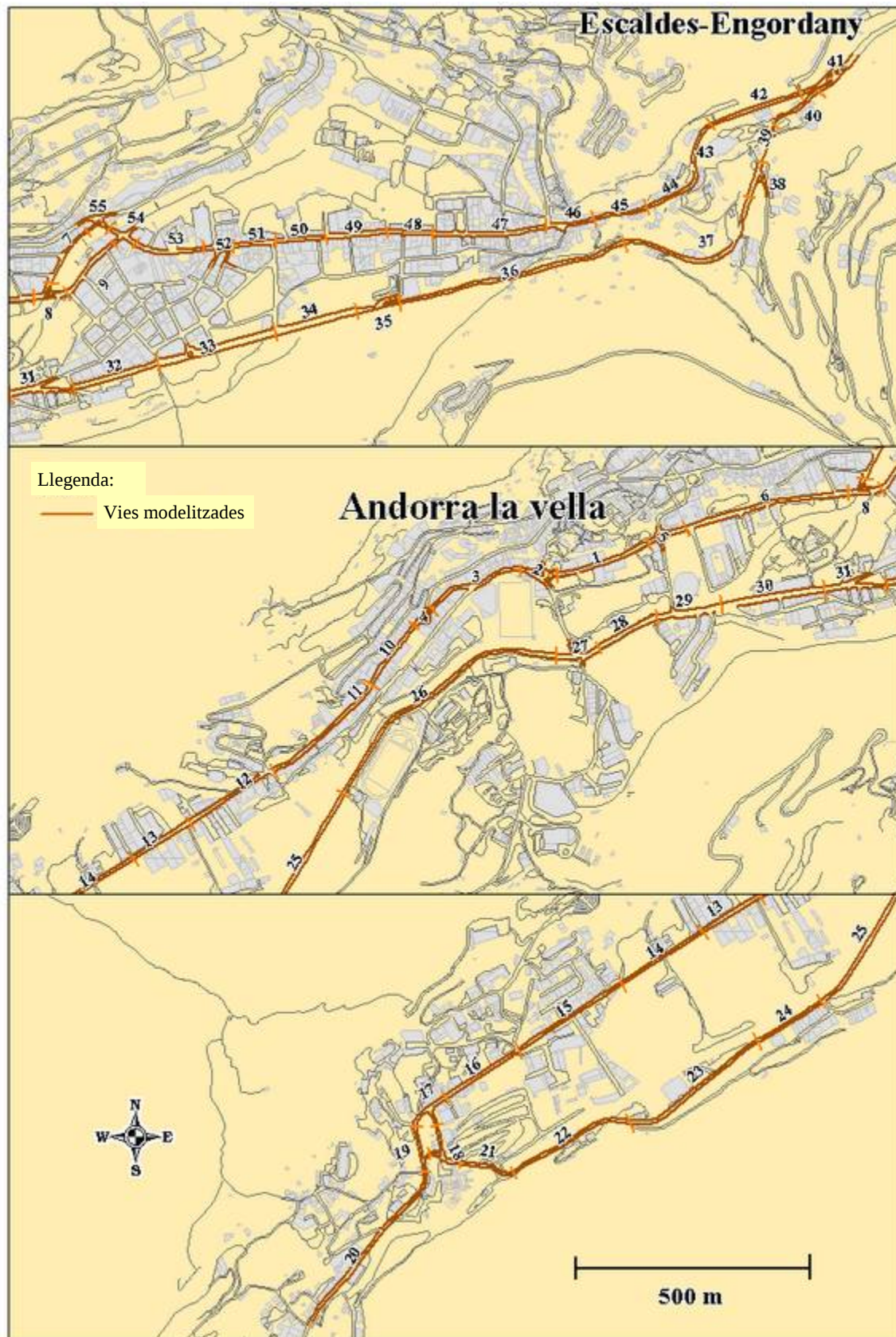
Annex 1: Trams estudiats

Índex	Eixos	Principi	Final
1	Prat de la Creu	C. Doctor Vilanova	Baixada del Moli
2	Rotonda Moli&Creu	-	-
3	Baixada del Moli	Prat de la Creu	Avinguda Santa Coloma
4	Cruïlla Moli & ASC	-	-
5	RP govern d'Andorra	-	-
6	Prat del Creu (hôtel)	C. Doctor Vilanova	Pont del Prat de la Creu
7	Prat de la Creu	Avinguda Meritxell	Pont del Prat de la Creu
8	Pont del Prat de la Creu	-	-
9	Carrer Bonaventura Armengol	Pont del Part de la Creu	Avinguda Meritxell
10	Avinguda Santa Coloma_1	Baixada del Moli	C. Roureda de Sansa
11	Avinguda Santa Coloma_2	C. Roureda de Sansa	C. Gil Torres
12	Avinguda Santa Coloma_3	C. Gil Torres	C. Camp Bastida
13	Avinguda Santa Coloma_4	C. Camp Bastida	C. Camp Pauet
14	Avinguda Santa Coloma_5	C. Camp Pauet	Avinguda d'Enclar
15	Avinguda d'Enclar_1	Avinguda Santa Coloma	C. de la Plana
16	Avinguda d'Enclar_2	C. de la Plana	Parc d'Enclar
17	Parc d'Enclar_1	Avinguda d'Enclar	-
18	Parc d'Enclar_2	-	C. Verge del Remei
19	Parc d'Enclar_3	-	-
20	Avinguda d'Enclar_3	Parc d'Enclar	Pont d'Enclar
21	Carrer Verge del Remei	Parc d'Enclar	Avinguda de Salou
22	Avinguda de Salou_1	Pont de Santa Coloma	Edifici esquerra (bacardi)
23	Avinguda de Salou_2	Edifici esquerra (bacardi)	Edifici dreta
24	Avinguda de Salou_3	Edifici dreta	Carrer de les Costes
25	Avinguda de Salou_4	Carrer de les Costes	Estadi Comunal
26	Avinguda de Salou_5	Estadi Comunal	Pont de Tovira
27	Cruïlla Moli &Tarragona: Pont de Tovira	-	-
28	Avinguda de Tarragona_1	Pont de Tovira	Pont de Casadet
29	Cruïlla Doc Vilanova &Tarragona: Pont de Casadet	-	-
30	Avinguda de Tarragona_2	Pont de Casadet	C. Bonaventura Riberaigua
31	Cruïlla Tarragona & Bonaventura Riberaigua	-	-
32	Avinguda de Tarragona_fin	C. de la Vinya	C. de la Sardana
33	Carretera de l'Obac_1	C. de la Sardana	Carrer de l'Unió
34	Carretera de l'Obac_2	Carrer de l'Unió	Carrer Ciutat de Sabadell
35	Cruïlla Obac & Cuitat de Sabadell	-	-
36	Carretera de Santa Coloma-d'Engolasters_1	Carrer Ciutat de Sabadell	Camí de la Canaleta
37	Carretera de Santa Coloma-d'Engolasters_2	Camí de la Canaleta	inter Engolasters
38	Cruïlla Santa Coloma & Engolasters	-	-
39	Carretera de Santa Coloma & d'Engolasters_3	inter Engolasters	aparcament
40	Carretera de Santa Coloma-d'Engolasters_4	aparcament	RP
41	Rotonda: C. de Feda-A. Mateu-C. & Engolasters	-	-
42	Avinguda Miquel Mateu_1	Rotonda (41)	corba

43	Avinguda Miquel Mateu_2	corba	Avinguda Carlemany
44	Avinguda Carlemany_1	Avinguda Miquel Mateu	Placeta del Madriu

Índex	Eixos	Principi	Final
45	Avinguda Carlemany_2	Placeta del Madriu	Camí de la Canaleta
46	Avinguda Carlemany_3	Camí de la Canaleta	Plaça de l'Església
47	Avinguda Carlemany_4	Plaça de l'Església	Carrer de la Constitució
48	Avinguda Meritxell_1	Carrer de la Constitució	Després del C. Ciutat de Sabadell
49	Avinguda Meritxell_2	Després del C. Ciutat de Sabadell	Abans del C. de Sant Antoni
50	Avinguda Meritxell_3	Abans del C. de Sant Antoni	Abans del C. de la Unió
51	Avinguda Meritxell_4	Abans del C. de la Unió	Carrer de la Borda
52	Cruïlla Meritxell & Bonaventura Riberaigua	-	-
53	Avinguda Meritxell_5	Carrer Bonaventura Riberaigua	Carrer Bonaventura Armengol
54	Cruïlla Meritxell & Bonaventura Armengol	-	-
55	Cruïlla Meritxell & Prat de la Creu	-	-

Mapa dels trams estudiats



Annex 2: Presentació del programari STREET

El programari **Street** té com a funció proporcionar un mètode d'avaluació simple però eficaç de la pol·lució atmosfèrica provinent del trànsit urbà. Permet avaluar la càrrega pol·luent existent a l'aire ambient a nivell del carrer.

Les bases científiques del programari Street es van elaborar durant un programa de recerca iniciat pel Ministeri de Medi Ambient del Land Baden-Württemberg a Alemanya. S'han fet proves de validació a diferents ciutats alemanyes. La versió francesa del programari va ser preparada per KTT Umwelttechnik und Software Dr Kunz amb la col·laboració de la Societat Targetting que comercialitza el programari a França.

El programari recolza sobre una biblioteca de nombroses simulacions 3D portades a terme mitjançant el programari Miscam en diferents configuracions: 98 tipus de carrers i cruïlles i 30 situacions meteorològiques. La base de dades constituïda aplega més de 100000 configuracions diferents que corresponen a unes concentracions màximes "normalitzades".

Street combina els factors d'emissions (metodologia europea Copert III) d'una situació de trànsit donada amb les concentracions de la base de dades i proporciona la concentració anual màxima a nivell del carrer.

Els pol·luents que s'han tingut en compte:

- ✓ Els COV dels quals el benzè,
- ✓ les pols (PM 10),
- ✓ els òxids de nitrogen (NOX i NO2)
- ✓ el monòxid de carboni (CO),
- ✓ el diòxid de sofre (SO2).

L'usuari de Street ha d'entrar les següents dades o estimacions en el programari:

- ✓ entrades de dades específiques de trànsit automòbil: quantitat de vehicles, descomposició del parc en vehicles particulars, vehicles utilitaris lleugers, bus i 2 rodes, categoria de circulació basada sobre la velocitat dels vehicles, els índexs de retencions,
- ✓ l'afectació de les vies en les tipologies proposades,
- ✓ la integració dels paràmetres geogràfics: orientació del carrer, pendent,

- ✓ la pol·lució de fons de la zona, condicions meteorològiques locals (direcció i velocitat del vent)

A la sortida, el model proporciona les emissions i les concentracions calculades en cadascun dels eixos de carreteres completats i considera si els valors reglamentaris s'han respectat, es podrien superar o si es superen regularment.

Així, es poden simular ràpidament diferents situacions de trànsit .

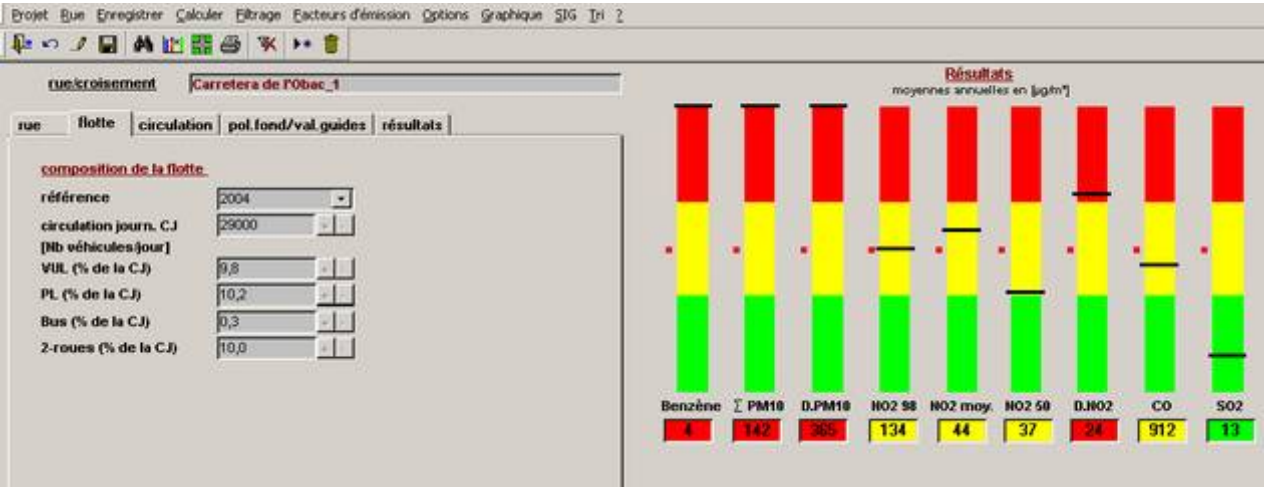
Exemples d'utilització:

- ✓ Cartografia dels eixos i cruïlles crítiques d'una ciutat,
- ✓ Simulació de l'impacte d'un canvi en la circulació d'una via, estat de la qualitat de l'aire abans i després de l'organització d'una nova infraestructura.

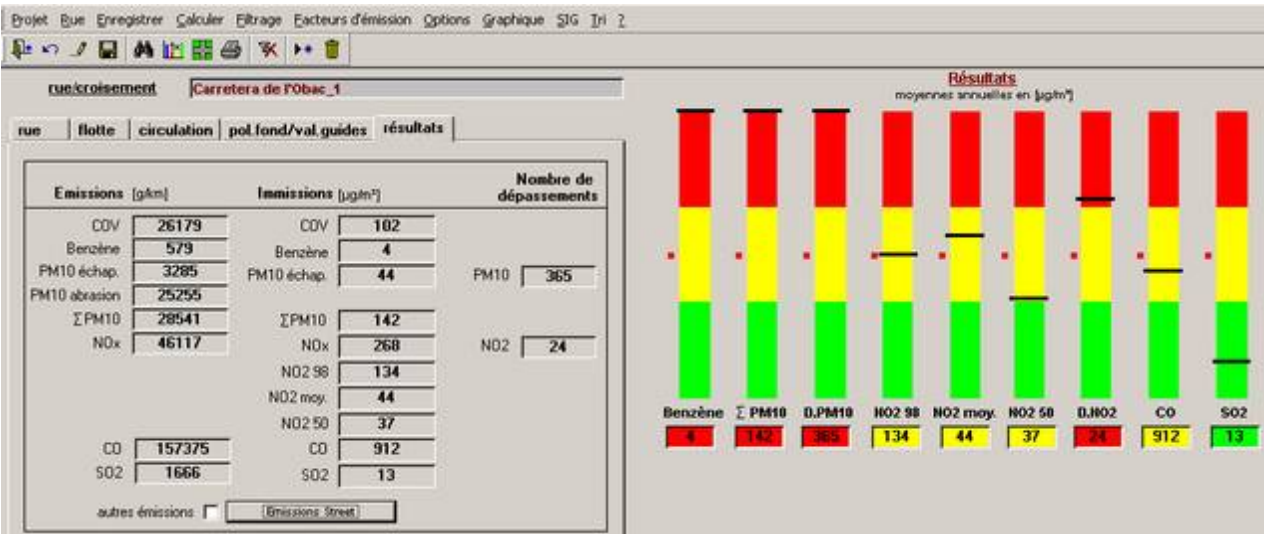
Configuració del carrer i dades meteorològiques:



Dades trànsit



Resultats emissions i immissions



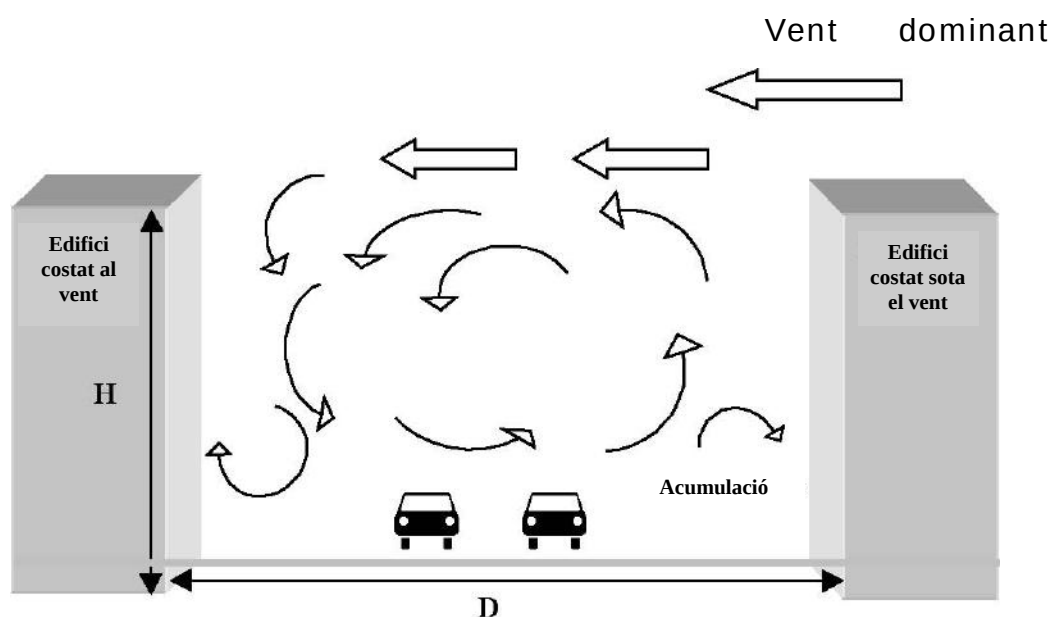
Annex 3 : La via tipus "barranc"

El carrer "barranc" es defineix mitjançant una relació entre l'alçada H dels edificis i l'amplada D de les vies, segons les regles presentades a continuació:

Relació H/D	Tipus de vies	Relació corresponent amb STREET
<0,3	Carrer amples	1 : 2
entre 0,3 i 0,7	Carrer barranc sense risc d'acumulació de pol·lució	1 : 1,5
>0,7	Carrer barranc amb risc d'acumulació de pol·lució	1 : 1

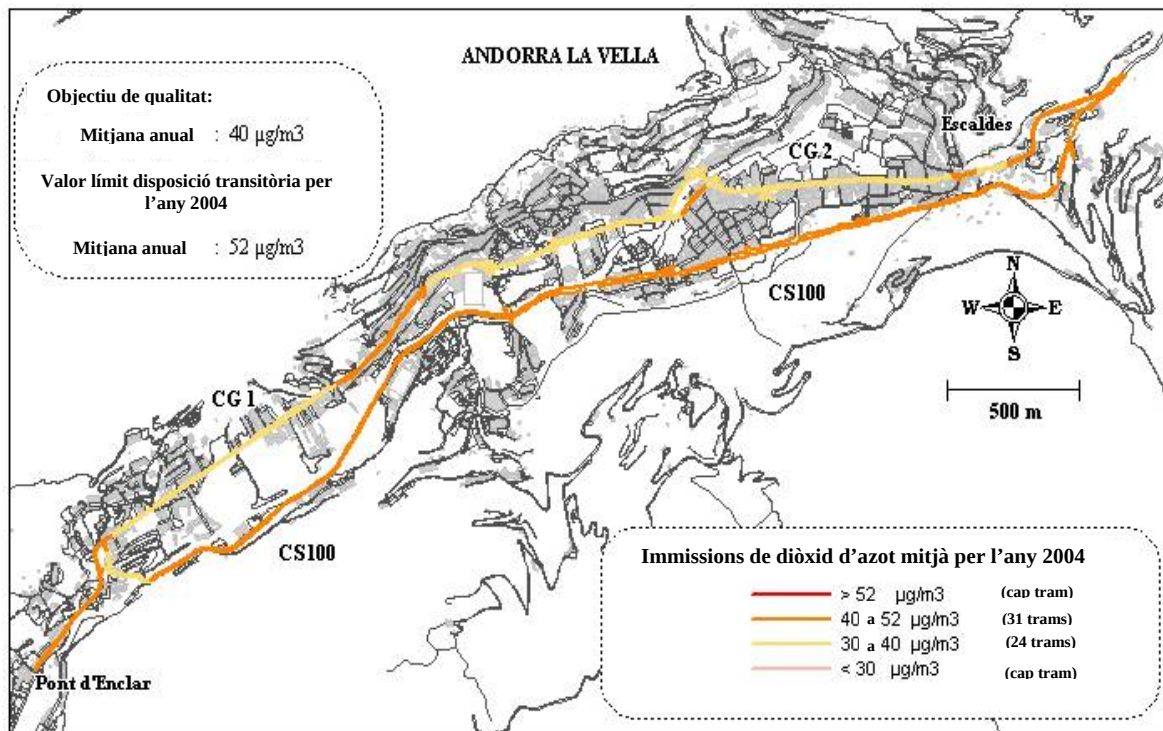
S'ha de recalcar que amb STREET, segons el cas, no es pot escollir simultàniament entre les tres relacions. Per tant, per tal de representar la realitat, s'ha de "jugar" amb d'altres paràmetres.

La noció de risc d'acumulació de pol·luents en un carrer "barranc" està esquematitzada de la següent manera:

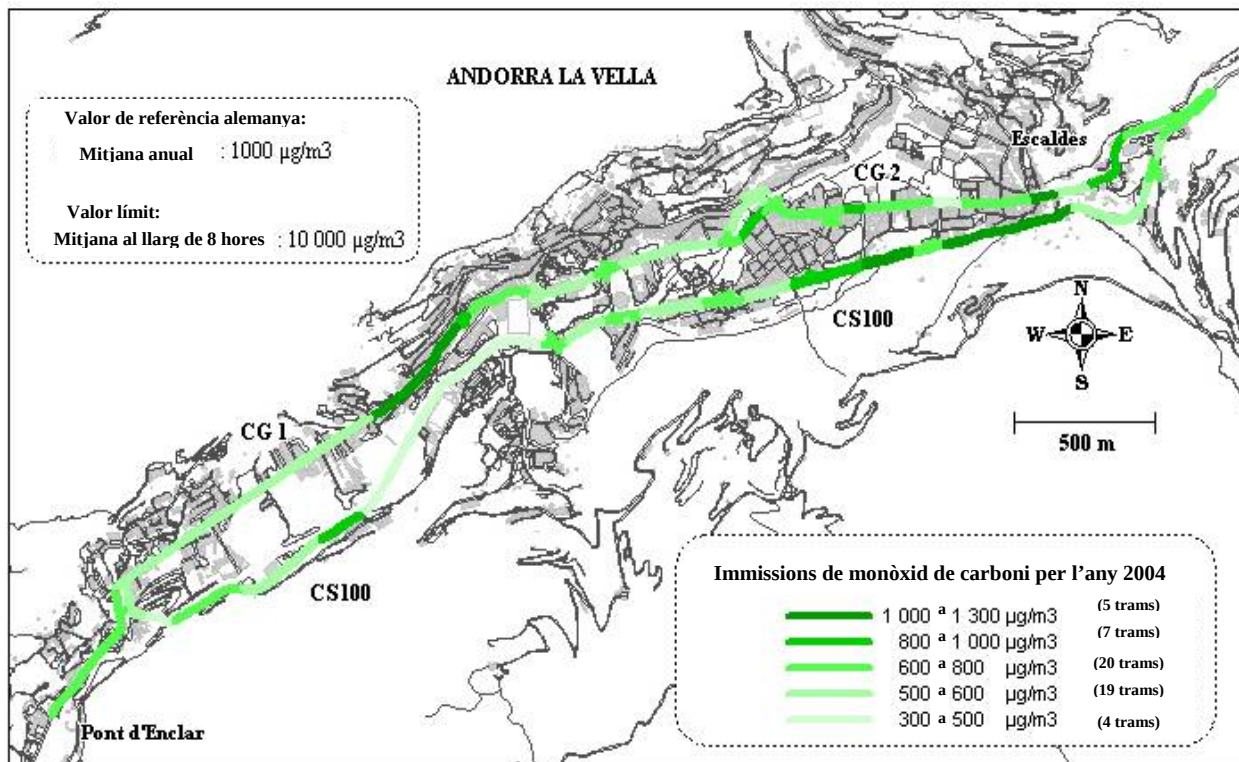


Annex 4 : Cartografia dels pol·luents respecte a l'estat de referència

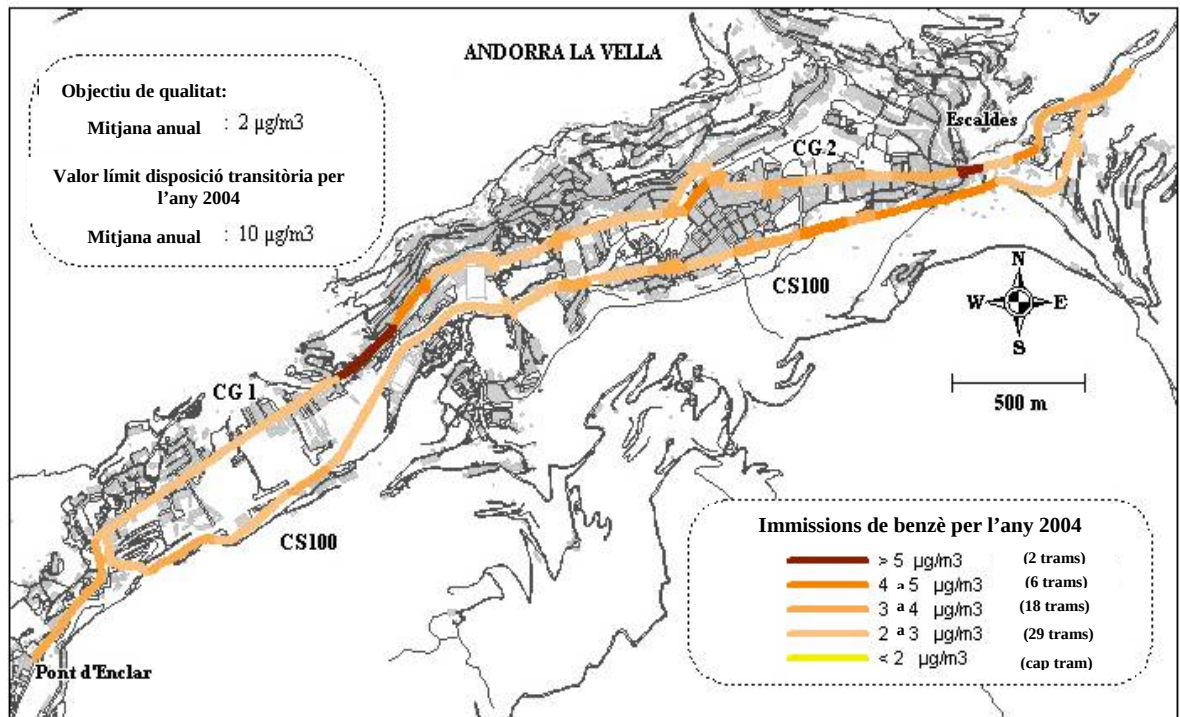
Immissions de NO₂ mitjà respecte a la modelització de l'any 2004



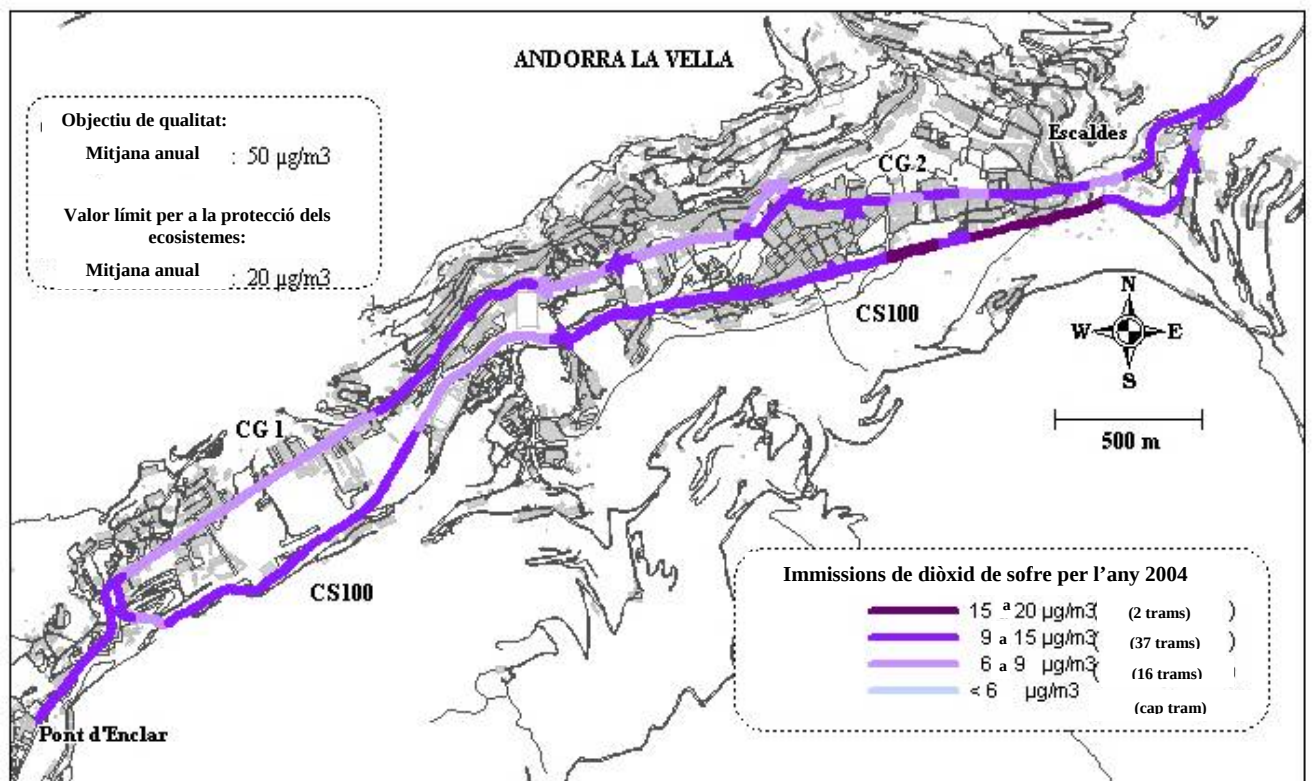
Immissions de monòxid de carboni respecte a la modelització de l'any 2004



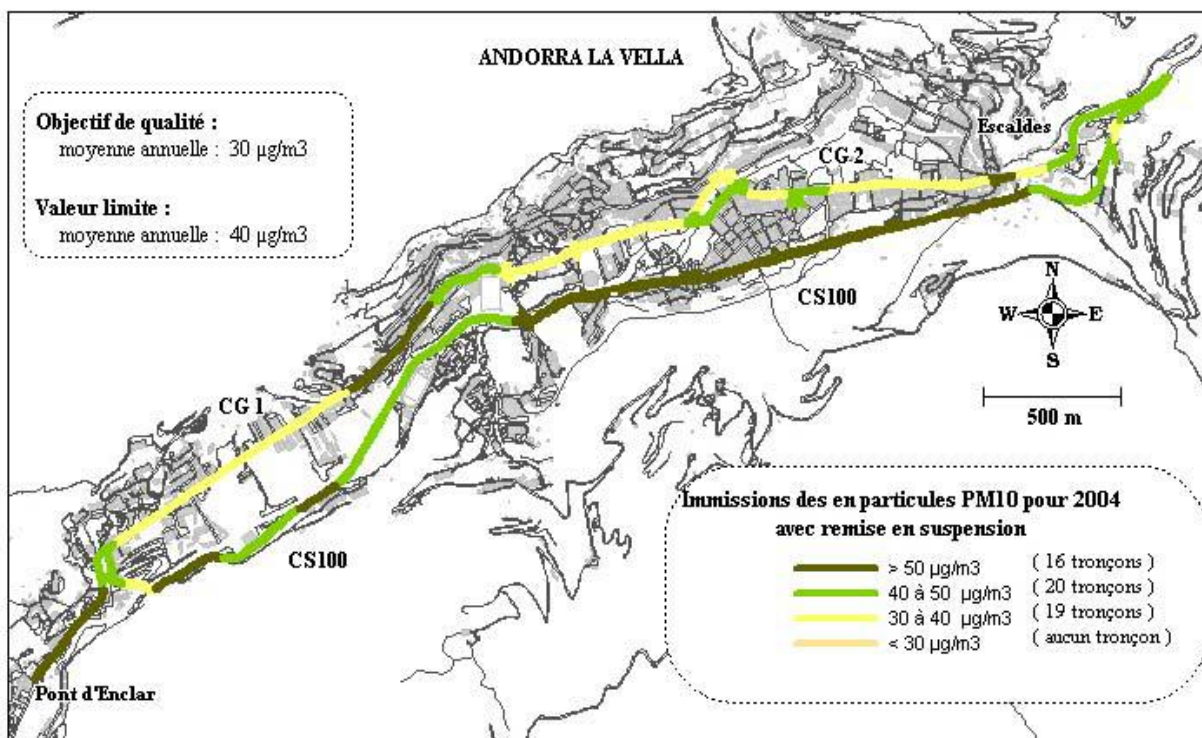
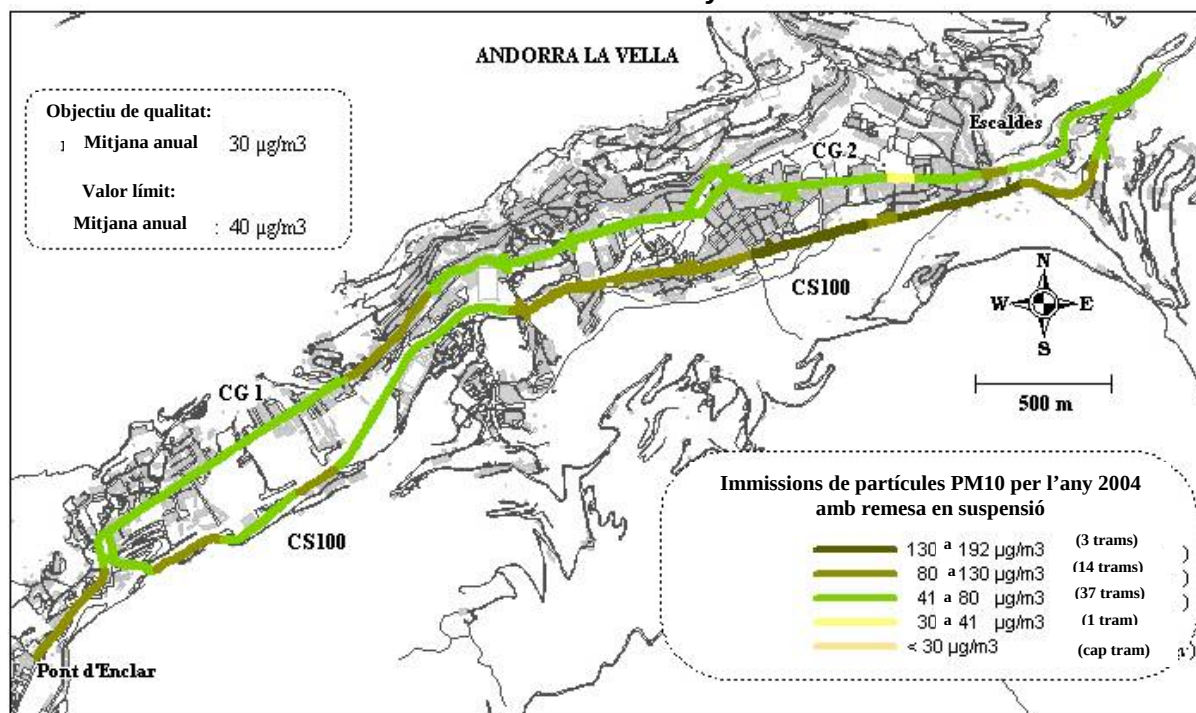
Immissions de benzè respecte a la modelització de l'any 2004



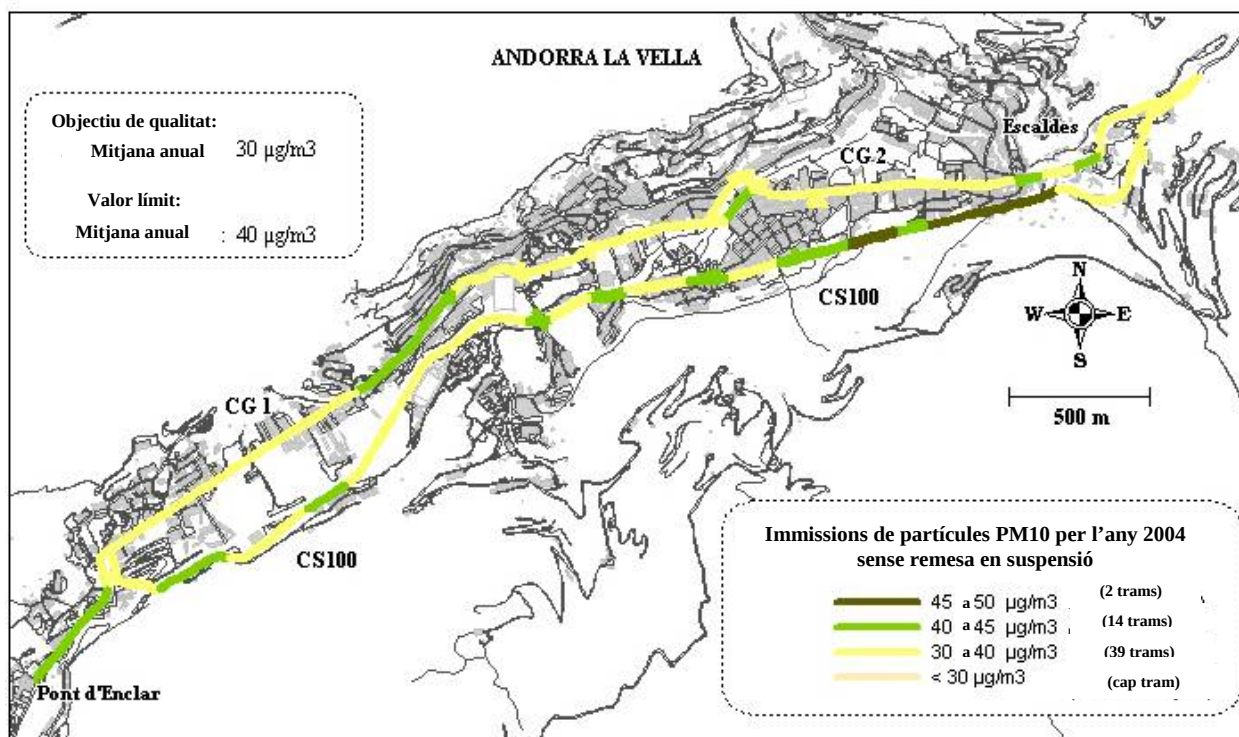
Immissions de diòxid de sofre respecte a la modelització de l'any 2004



Immissions de PM10 AMB la remesa en suspensió respecte a la modelització de l'any 2004



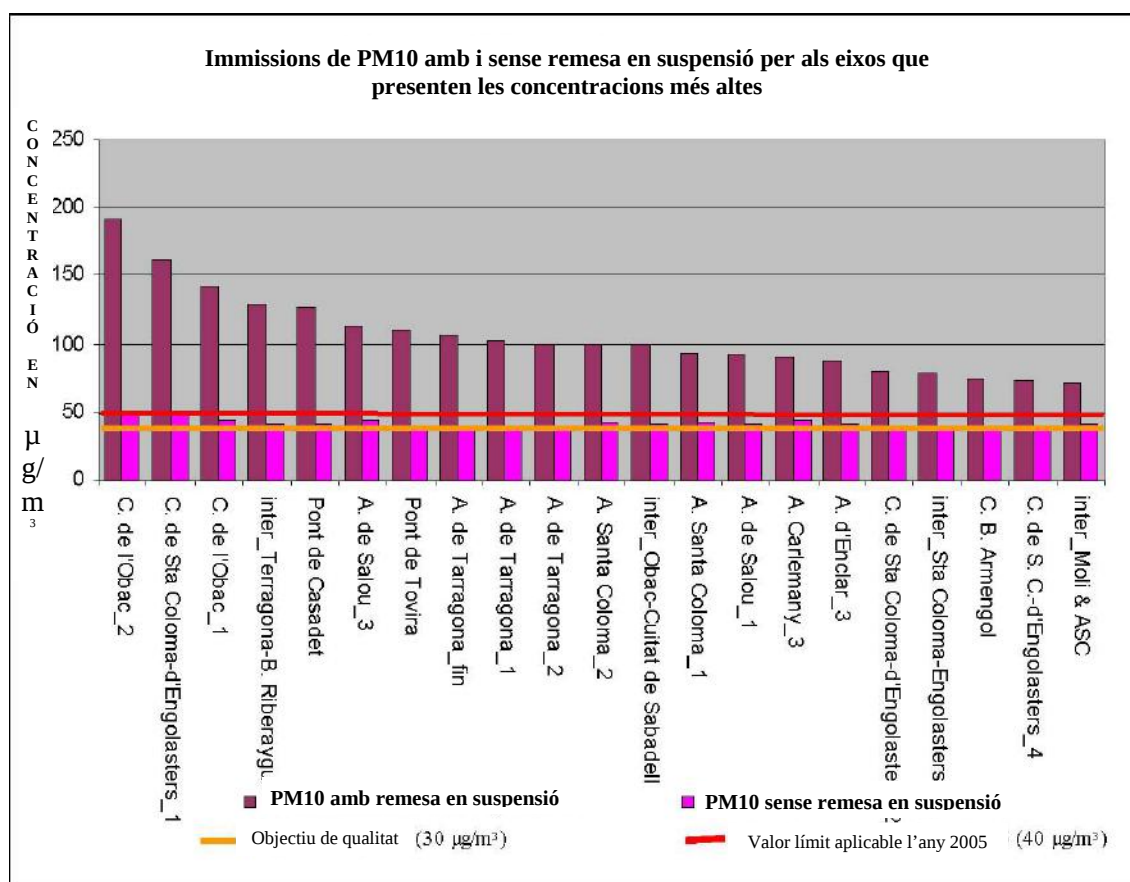
Immissions de PM10 SENSE la remesa en suspensió respecte a la



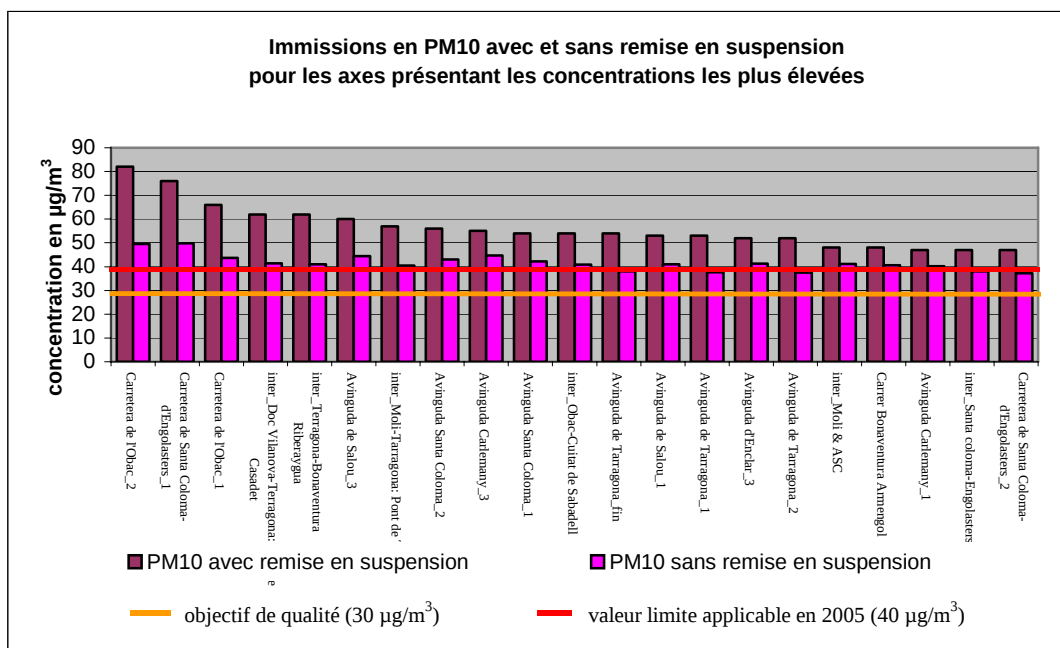
Annex 5 : Comparació dels 2 mètodes de càlcul de les immissions de les PM10

STREET 5 ofereix la possibilitat, per al càlcul de les immissions de partícules (PM10), de tenir en compte o no l'aportació de l'abradió dels neumàtics i de la remesa en suspensió de les partícules¹¹.

Els resultats dels 2 mètodes es presenten a continuació:



¹¹ L'abradió dels pneumàtics es calcula segons un mètode publicat per Düring i Lohmeyer a Alemanya.



Tots els eixos tenen resultats molt diferents segons si es té en compte o no la remesa en suspensió de les PM10. Així, pel càlcul sense la remesa en suspensió, els trams *Carretera de l'Obac_2* i *C. de Santa Coloma d'Engolasters_1* tenen els mateixos resultats malgrat siguin diferents per la remesa en suspensió. Això es pot justificar per la diferència de càrrega de trànsit. Així, el trànsit més important del tram *Carretera de l'Obac_2* provoca la remesa en suspensió de les partícules lligada a l'abradió dels pneumàtics, la qual cosa justifica que hi hagi més pol·lució en aquest tram.

Percentatge de trams amb una concentració superior al llindar considerat	Objectiu de qualitat: 30 µg/m ³	Valor límit l'01/01/2005 : 40 µg/m ³	Valor límit l'any 2004 : 41 µg/m ³
Amb remesa en suspensió	100 %	65 %	58 %
Sense remesa en suspensió	100 %	29 %	22 %

Si es considera la remesa en suspensió **de les PM10**, *l'objectiu de qualitat* no es respecta en **cap dels eixos estudiats**. El gràfic de la pàgina anterior mostra també que les immissions són molt superiors al *valor límit actual* de **41 µg/m³** per **32 trams**, o sigui el **58 %** de les vies estudiades.

Els resultats del model, sense remesa en suspensió de les partícules mostren que *l'objectiu de qualitat*, aplicable a l'aire ambient per les

PM10 tampoc no es respecta en **cap dels eixos estudiats** i que *el valor límit aplicable l'any 2004* no es respecta en **12 trams**, o sigui el **22 %** dels eixos.

Balanç:

El fet de negligir la remesa en suspensió podria portar una subestimació important de les immissions de partícules (PM $\mathbf{10}$). Així, els resultats de la modelització donen indicacions globals pel que fa a les immissions de PM10, tot i que resulta necessari portar a terme una campanya de terreny per validar els resultats d'un dels dos mètodes de càlcul (amb o sense).

Annex 6 : Presentació dels pol·luents

I – DIÒXYD DE NITROGEN

1 . 1 – Origen

El monòxid de nitrogen NO i el diòxid de nitrogen NO₂ estan emesos durant la combustió incompleta dels combustibles fòssils. El NO₂ prové de l'oxidació ràpida del NO quan està en contacte amb els oxidants presents a l'aire, tal i com l'oxigen i l'ozó. Les fonts principals són els vehicles i les instal·lacions de combustió (centrals tèrmiques, calefacció...). El tub catalític ha permès, des de l'any 1993, una disminució de les emissions de vehicles de gasolina, tot i que l'efecte encara no es massa perceptible ja que el trànsit ha augmentat considerablement. També trobem el NO₂ a l'interior dels locals on hi ha aparells de gas tal i com cuines, termos d'aigua...

El diòxid de nitrogen és el principal traçador de la pol·lució urbana, especialment automòbil: l'any 2000, sobre els 48 comuns de la zona del Pla de Protecció de l'atmosfera de Montpellier, uns 90 % del NO₂ emès provenia del transport rodat (font: càlculs AIR LR que s'estan portant a terme).

1 . 2 – Efectes

El NO₂ és un gas irritant pels bronquis. En el cas dels asmàtics, augmenta la freqüència i la gravetat de les crisis. En el cas dels nens, afavoreix les infeccions pulmonars.

El NO₂ participa als fenòmens de les pluges àcides, a la formació de l'ozó troposfèric – sent un dels precursors -, a l'efecte hivernacle i afecta la capa d'ozó estratosfèric.

II – BENZÈ, TOLUÈ I XILENS

El benzè i els altres compostos aromàtics monocíclics (toluè, etilbenzè i xilens) es reuneixen sota el nom genèric de BTEX.

El benzè és un pol·luent que es troba tant a l'aire ambient com a l'interior dels locals i més encara que un problema mediambiental, representa una preocupació sanitària pel seu alt caràcter cancerigen. Els resultats de l'observatori de la qualitat de l'aire interior posen de

manifest les concentracions de benzè dins els locals que són fins a dues vegades superiors als valors mesurats a l'aire exterior.

El benzè és el traçador de la pol·lució automòbil, més específicament en el medi urbà (motor fred, velocitat poc elevada). És també un precursor de la pol·lució fotoquímica.

2 . 1 – Origen

El benzè és un compost orgànic volàtil (COV) que prové del craqueig i del reformat dels hidrocarburs petrolífers. S'utilitza dins els carburants per substituir el plom per les seves propietats antidetonants.

Les emissions de benzè dins el medi ambient provenen:

- ✓ de l'evaporació durant l'emmagatzematge i de la distribució de carburants,
- ✓ de les emissions durant l'escapament entre els hidrocarburs no cremats,
- ✓ de l'evaporació a partir dels motors o del dipòsit,
- ✓ de les emissions difuses en la indústria química on entra com a intermediari de síntesi per a la fabricació de plàstics, fibres sintètiques, cautxú de síntesis, solvents, pesticides, colorants, etc.

A l'interior dels locals, el fum de tabac és una font coneguda d'emissió de benzè. Els productes de bricolatge i de neteja així com alguns revestiments o elements de decoració també són fonts potencials.

2 . 2 – Efectes

S'ha establert clarament la inducció de leucèmies pel benzè mitjançant molts estudis epidemiològics.

El centre internacional de recerques sobre el càncer (CIRC, Lyon) creu que les proves són suficients per considerar-lo com un factor cancerigen establert (grup I).

La quantificació dels seus efectes ha estat l'objecte de varies avaluacions, portades a terme a partir dels estudis epidemiològics disponibles, utilitzant uns models d'extrapolació sense llindar. Així, segons l'organització mundial de la salut, l'exposició contínua d'un milió de persones a $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, durant tota una vida (70 anys) és

susceptible de provocar un excés de 6 defuncions per leucèmia.

III – PARTÍCULES EN SUSPENSIÓ

4 . 1 – Origen

Les partícules en suspensió tenen nombrosos orígens, tant naturals com humans. Provenen principalment de la combustió incompleta dels combustibles fòssils, del transport automòbil (gasos d'escapament, gastament, fregaments) i d'altres activitats industrials molt diverses (siderúrgia, fàbriques de ciment, incineració...). Les partícules en suspensió tenen una varietat molt gran de mides, de formes i de composicions. Les partícules mesurades pels analitzadors automàtics que s'utilitzen en les xarxes tenen un diàmetre inferior a 10 μm (s'anomenen PM10). Sovint, s'associen amb altres pol·luents (SO₂, Hidrocarburs Aromàtics Policíclics...).

4 . 2 – Efectes

Segons la mida (granulometria), les partícules penetren més o menys fons dins l'arbre pulmonar. Les partícules més fines poden, amb unes concentracions bastant baixes, provocar irritacions de les vies respiratòries i alterar la funció respiratòria en la seva globalitat. Algunes partícules tenen propietats mutàgens i cancerígens.

Els efectes d'embrutiment dels edificis i dels monuments són els prejudicis més evidents envers el medi.

IV – DIÒXID DE SOFRE

5 . 1 – Origen

El diòxid de sofre (SO₂) està emès durant la combustió dels combustibles fòssils tal i com els carbons i fuels. Les fonts principals són les centrals tèrmiques, les grans instal·lacions de combustió industrials i les unitats de calefacció individual i col·lectiu. La part dels transports no és gaire important i disminueix amb la supressió progressiva del sofre dins els carburants..

5 . 2 – Efectes

El SO₂ és un irritant de les mucoses, de la pell i de les vies respiratòries superiors (tos, dispnea). Actua amb sinergia amb altres substàncies, entre altres amb les partícules. Com tots els pol·luents, els seus efectes es troben

ampliats pel tabaquisme.

Quan es troba amb aigua i oxidant, el diòxid de sofre es transforma en àcid sulfúric que contribueix al fenomen de les pluges àcides. Participa també a la degradació de la pedra i dels materials de molts monuments.

V – MONÒXID DE CARBONI

6 . 1 – Origen

El monòxid de carboni (CO) és un gas inodor que es forma durant la combustió incompleta de les matèries orgàniques (gas, carbó, fuel, fusta, carburants). La font més important a l'aire ambient és el trànsit automòbil. Es poden trobar uns índexs elevats de CO a l'entorn proper dels llocs amb molt trànsit, dins els ambients tancats (túnel, aparcaments...) quan un motor va al ralenti dins un espai tancat o en cas de retencions dins els espais coberts, així com en cas de funcionament defectuós d'un aparell de calefacció domèstica.

6 . 2 – Efectes

El CO es fixa al lloc de l'oxigen sobre l'hemoglobina de la sang, cosa que condueix a una falta d'oxigenació dels sistema nerviós, del cor, dels vasos sanguinis. Els primers símptomes són els mals de cap i els vertígens. Aquest símptomes es troben agreujats amb l'augment de la concentració de CO (nàusees, vòmits...) i poden, en cas d'exposició perllongada, provocar el coma i la mort.

El CO participa als mecanismes de formació de l'ozó troposfèric. Dins l'atmosfera, es transforma en diòxid de carboni CO₂ i contribueix a l'efecte hivernacle.

Annex 7 : Reglamentació vigent

Normes franceses i europees vigents

La reglamentació prové tant de la Llei sobre l'aire i dels seus decrets d'aplicació (reglamentació francesa) com de les directives europees marc i filla (reglamentació comunitària).

Per a un pol·luent donat,

- ✓ l'**objectiu de qualitat és el nivell de concentració** d'aquest pol·luent dins l'atmosfera, establert en base als coneixements científics per tal d'evitar, de prevenir o de reduir els efectes nocius d'aquesta substància per a la salut humana o per al medi ambient, **que s'ha d'aconseguir en un període donat** (article 3 de la Llei sobre l'aire del 30 de desembre de 1996),
- ✓ el **valor límit és el nivell màxim de concentració d'aquest pol·luent, que no s'ha de superar** (directriu europea del 22 d'abril de 1999, transcrita en dret francès: decret del 15 de febrer de 2002),
- ✓ el **valor diana** és el nivell establert amb l'objectiu d'evitar a llarg termini els efectes nocius sobre la salut i/o el medi ambient en la seva globalitat, que s'ha d'aconseguir quan sigui possible, durant un període donat (directriu europea del 19 de febrer de 2002, que s'està transcrivint en dret francès),
- ✓ el **llindar d'informació i de recomanacions** és el nivell de concentració d'aquest pol·luent enllà del qual existeixen efectes limitats i transitoris sobre la salut de les categories de població sensibles en cas d'exposició curta (article 1^r del decret n°98-360 d'aplicació de la Llei sobre l'aire).

I – REGLAMENTACIÓ FRANCESA

1.1 - DECRETS

Decret 2002-213 del 15 de febrer de 2002 que conté la transcripció de les directives 1999/30/CE del Consell del 22 d'abril de 1999 i 2000/69/CE del Parlament europeu i del Consell del 16 de novembre de 2000 i modifica el decret n°98-360 del 6 de maig de 1998 sobre la vigilància de la qualitat l'aire i dels seus efectes sobre la salut i el medi ambient, els objectius de qualitat de l'aire, els llindars d'alerta i els valors límits.

Pol·luents concernits : NO₂, NO_x, PM 10, Pb, SO₂, O₃, CO i C₆H₆

Decret 2003-1085 del 15 de novembre de 2003 que conté la transcripció de la directriu 2002/3/CE del Parlament Europeu i del Consell del 12 de febrer de 2002 i que modifica el decret n°98-360 del 6 de maig de 1998 sobre la vigilància de la qualitat de l'aire i els seus efectes sobre la salut i el medi ambient, els objectius de qualitat de l'aire, els llindars d'alerta i els valors límits.

Pol·luent concernit : O₃ (modificació dels llindars d'alerta)

1.2 – PRESENTACIÓ DELS LLINDARS REGLAMENTARIS PER POL·LUENT

Les normes proposades en aquest decret són actualment aplicables a França. Es proposen a continuació pol·luent per pol·luent. A part de les excepcions esmentades, les concentracions s'estableixen durant tot un any civil (1r de gener – 31 de desembre).

1.2.1 -DIÒXYD DE NITROGEN (NO₂)

✓ Objectiu de qualitat :

Mitjana anual: 40 µg/m³

✓ Valor límit: (protecció de la salut humana)

Percentil 98 horari : 200 µg/m³ fins el 31/12/2009

Percentil 99,8 horari: 200 µg/m³ a partir de l'01/01/2010*

* : disposicions transitòries fins l'01/01/2010 :

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
P. 99,8	290	280	270	260	250	240	230	220	210

Mitjana anual: 40 µg/m³ a partir de l'01/01/2010*

* : disposicions transitòries fins l'01/01/2010 :

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Mitj. an	58	56	54	52	50	48	46	44	42

✓ Llindar d'informació i de recomanacions :

Mitjana durant 1 hora: 200 µg/m³

✓ Llindar d'alerta:

Mitjana durant 1 hora: $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Mitjana durant 1 hora : $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ durant 2 dies consecutius
i previsió de superació per al dia següent.

1.2.2 – ÒXIDS DE NITROGEN (NOX)

Els òxids de nitrogen apleguen el monòxid de nitrogen (NO) i el diòxid de nitrogen (NO₂).

- Valor límit: (protecció de la vegetació)

Mitjana anual NO_x : $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (calculada en equivalent NO₂)

1.2.3 - FUMS NEGRES I POLS (PM 10)

- Objectiu de qualitat

Mitjana anual: $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$

- Valor límit: (Protecció de la salut)

Percentil 90,4 dies: $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a partir de l'01/01/2005*

* : disposicions transitòries fins l'01/01/2005 :

	2001	2002	2003	2004
P. 90,4	70	65	60	55

Mitjana anual : $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a partir de l'01/01/2005*

* : disposicions transitòries fins l'01/01/2005 :

	2001	2002	2003	2004
Mitj. an	46	44	43	41

1.2.4 - PLOM

✓ Objectiu de qualitat:

Mitjana anual: 0,25 µg/m³

✓ Valor límit:

Mitjana anual : 0,5 µg/m³ a partir de l'01/01/2002 *

* El Ministre encarregat del medi ambient estableix per decret la llista dels llocs pels quals el valor límit de 0,5 µg/m³ en mitjana anual s'aplica únicament a partir de l'1 de gener de 2010. Abans de l'1 de gener de 2010, i a partir de l'1 de gener de 2002, el valor límit aplicable per aquests llocs correspon al valor de l'any 2010 augment amb els marges de superació següents: (dades en µg/m³) :

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Marge	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1

1.2.5 - DIÒXID DE SOFRE (SO₂)

✓ Objectiu de qualitat:

Mitjana anual : 50 µg/m³

✓ Llindar d'informació i de recomanacions:

Mitjana durant 1 hora: 300 µg/m³

✓ Llindar d'alerta :

Mitjana durant 1 hora : 500 µg/m³ durant 3 hores
consecutives

• Valor límit (Protecció de la salut humana)

Percentil 99,7 horari : 350 µg/m³

a partir de l'01/01/2005 *

* : disposicions transitòries fins l'01/01/2005 :

	2001	2002	2003	2004
Per. 98	470	440	410	380

Percentil 99,2 dia : 125 µg/m³

- ✓ Valor límit (Protecció dels ecosistemes)

Mitjana anual: $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Mitjana anual: $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ durant l'hivern (01/10 – 31/03)

1.2.6 OZÒ (O₃)

- ✓ Objectiu de qualitat (protecció de la salut humana):

Mitjana durant 8 hores: $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$

- ✓ Objectiu de qualitat (protecció de la vegetació):

Mitjana durant 24 hores: $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Mitjana durant 1 hora: $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$

- ✓ Llindar d'informació i de recomanacions:

Mitjana durant 1 hora: $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$

- ✓ Llindars d'alerta per introduir progressivament les mesures d'urgència:

1^r llindar: $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en mitjana horària superat durant 3 hores consecutives

2ⁿ llindar: $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en mitjana horària superat durant 3 hores consecutives

3^r llindar: $360 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en mitjana horària

1.2.7 - MONÒXID DE CARBONI (CO)

- ✓ Valor límit: (protecció de la salut humana)

Mitjana durant 8 hores: 10 mg/m^3

1.2.8 - BENZÈ (C₆H₆)

- ✓ Objectiu de qualitat:

Mitjana anual : $2 \text{ } \mu\text{g/m}^3$

- ✓ Valor límit (protecció de la salut humana) :

Mitjana anual : $5 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ à partir de l'01/01/2010 *

* : disposicions transitòries fins l'01/01/2010 :

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Mitj. an	10	10	10	10	10	9	8	7	6

Altres expressions dels percentils :

- ✓ Percentil 99,8 horari: 18 hores de superacions durant un any de 365 dies
- ✓ Percentil 90,4 dia: 35 dies de superacions durant un any de 365 dies
- ✓ Percentil 99,7 horari: 24 hores de superacions durant un any de 365 dies
- ✓ Percentil 99,2 dia: 3 dies de superacions durant un any de 365 dies

II - DIRECTRIUS EUROPEES

La directriu europea 1999/30/CE del 22 d'abril 1999 estableix els llindars reglamentaris pel que fa al diòxid de sofre, els òxids de nitrogen, les pols i el plom.

Els valors amb referència al monòxid de carboni i de plom provenen de la directriu 2000/69/CE del 16 de novembre de 2000. S'hauran de respectar aquests valors a tota Europa d'aquí l'any 2005 (2010 pel que fa als òxids de nitrogen i el benzè). Els llindars proposats per aquestes 2 directrius apareixen al decret francès n° 2002-213 del 15 de febrer de 2002, excepte els de la fase 2 de les PM10.

Pel que fa a l'ozó, la directriu europea 2002/3/CE del 19 de febrer de 2002 indica uns valors diana aplicables l'any 2010 i modifica el llindar d'alerta (que surt al decret 2003-1085 del 12 de novembre de 2003).

Aquest paràgraf indica:

- ✓ els llindars que corresponen a la fase 2 de les PM10 de la directriu europea 1999/30/CE del Consell del 22 d'abril de 1999 que no estan inclosos dins el decret del 15 de febrer de 2002 ;

2.1 - POLS EN SUSPENSÍÓ (PM 10)

- ✓ Valor límit (protecció de la salut humana) * :

Mitjana diària:	50 µg/m ³	menys de 7 dies/any
Mitjana anual :	20 µg/m ³	

- ✓ els llindars per a l'ozó trets de la directriu 2002/3/CE del 19 de febrer de 2002

* : *valors límits indicatius a respectar a partir de l'any 2010*

2.2 - OZÓ (O₃)

- ✓ Valor diana¹²⁻ (Protecció de la salut humana):

Mitjana durant 8 hores : 120 µg/m³ menys de 25 dies/any durant 3 anys

- ✓ Valor diana (Protecció de la vegetació):

AOT 40¹³: 18 000 µg/m³ .h mitjana durant 5 anys

- ✓ Objectiu a llarg termini¹⁴⁻ (Protecció de la salut humana)

Mitjana durant 8 hores : 120 µg/m³

¹² Valor diana: valor a respectar l'any 2010.

¹³ Definició de l'AOT 40: Suma de la diferència entre les concentracions horàries superiors a 80 µg/m³ i 80 µg/m³ sobre els valors horaris mesurats quotidianament entre les 8h i les 20h pel que fa al període de maig a juliol:
i(Ci-80) amb Ci > 80µg/m³ i expressat en µg/m³ .h.

¹⁴ Valor a llarg termini: valor a aconseguir l'any 2020.

- ✓ Objectiu a llarg termini (Protecció de la vegetació)

AOT 40 : 6 000 µg/m³ h

- ✓ Llindar d'informació:

Mitjana horària: 180 µg/m³

- ✓ Llindar d'alerta :

Mitjana horària : 240 µg/m³ Durant 3 hores consecutives

Nota: a fi que el valor de l'AOT 40 sigui vàlid, s'ha de disposar del 90% dels valors horaris durant el període de càlcul, és a dir de 8 hores a 20 hores de l'1 de maig al 31 de juliol.

III - REGLEMENTACIÓ ANDORRANA

Valors límit d'immissió i llindars d'alerta

1.-VALORS LÍMIT I LLINDAR D'ALERTA PEL DIÒXID DE SOFRE

1A.- VALORS LÍMIT DEL DIÒXID DE SOFRE

Els valors límit estan expressats en g/m³. El volum ha d'estar normalitzat a la temperatura de 293° K i a la pressió de 101.3 kPa.

	Període de mitjana	Valor límit
Valor límit horari per a la protecció de la salut humana	1 hora	350 µg/m ³ , valor que no es pot superar en més de 24 ocasions per any civil
Valor límit diari per a la protecció de la salut humana	24 hores	125 µg/m ³ , valor que no es pot superar més de 3 ocasions per any civil
Valor límit per a la protecció dels ecosistemes	Any civil i hivernal (de l'1 d'octubre al 31 de març)	20 µg/m ³

1B.- LLINDAR D'ALERTA DEL DIÒXID DE SOFRE

El valor corresponent al llindar d'alerta del diòxid de sofre es situa en

500 g/m³ registrats durant tres hores consecutives en llocs representatius de la qualitat de l'aire.

2.- VALORS LÍMIT PER AL DIÒXID DE NITROGEN (NO₂) I ELS ÒXIDS DE NITROGEN I LLINDAR D'ALERTA PER AL DIÒXID DE NITROGEN

2A.- VALORS LÍMIT DEL DIÒXID DE NITROGEN I DELS ÒXIDS DE NITROGEN

Els valors límit són expressats en g/m³. El volum ha d'estar normalitzat a la temperatura 293° K i a la pressió de 101.3 kPa.

	Període de mitjana	Valor límit
Valor límit horari per a la protecció de la salut humana	1 hora	200 µg/m ³ de NO ₂ que no es pot superar en més de 18 ocasions per any civil
Valor límit anual per a la protecció de la salut humana	1 any civil	40 µg/m ³ de NO ₂
Valor límit anual per a la protecció de la vegetació	1 any civil	30 µg/m ³ NO _x

2B.- LLINDAR D'ALERTA DEL DIÒXID DE NITROGEN

El valor corresponent al llindar d'alerta del diòxid de nitrogen es situa en 400 g/m³ registrats durant tres hores consecutives en llocs representatius de la qualitat de l'aire.

3.- VALORS LÍMIT PER A LES PARTÍCULES (PM₁₀)

	Període de mitjana	Valor límit
Valor límit diari per a la protecció de la salut humana	24 hores	50 µg/m ³ de PM ₁₀ que no es pot superar en més de 7 ocasions per any civil
Valor límit anual per a la protecció de la salut humana	1 any civil	20 µg/m ³ de PM ₁₀

4.- VALOR LÍMIT PER AL PLOM

Període de mitjana	Valor límit
---------------------------	-------------

Valor límit anual per a la protecció de la salut humana	1 any civil	0,5 µg/m ³
---	-------------	-----------------------

5.- LLINDARS DE CONCENTRACIÓ D'OZÓ A L'AIRE

Els valors límit són expressats en g/m³. El volum ha d'estar normalitzat a la temperatura de 293° K i a la pressió de 101.3 kPa

	Paràmetre	Valor objectiu
Valor objectiu per a la protecció de la salut humana	Màxim de les mitjanes 8horàries del dia ¹⁵	120 µg/m ³ que no es pot superar més de 25 dies per any civil
Valor objectiu per a la protecció de la vegetació	AOT40 ¹⁶ calculat a partir dels valors horaris entre maig i juliol	18000 µg/m ³ ·h
Llindar d'informació a la població	Mitjana horària	180 µg/m ³
Llindar d'alerta a la població	Mitjana horària	240 µg/m ³

6.- VALOR LÍMIT PER AL BENZÈ

Període de mitjana		Valor límit
Valor límit anual per a la protecció de la salut humana	1 any civil	5 µg/m ³

7.- VALOR LÍMIT PER AL MONÒXID DE CARBONI

Període de mitjana		Valor límit
Valor límit anual per a la protecció de la salut humana	Màxim de les Mitjanes 8-horàries del dia ¹⁵	10 µg/m ³

¹⁵ El màxim de les mitjanes 8-horàries del dia s'ha de seleccionar examinant les mitjanes mòbils de 8 hores, calculades a partir de dades horàries i actualitzades cada hora. Cada mitjana 8-horària calculada s'assignarà el dia en què aquesta mitjana acaba.

¹⁶ AOT40 significa la suma de la diferència entre les concentracions horàries superiors a 80 g/m³ i 80 g/m³ durant un període donat utilitzant únicament els valors horaris mesurats quotidianament entre 8.00h i 20.00h.