

ESTUDI DE L'EVOLUCIÓ DELS NIVELLS D'IMMISSIÓ DELS CONTAMINANTS EMESOS PER LA INCINERADORA DE CAMPDORÀ (GIRONA)



Memòria

Marc Serra Muñoz
Xavier Ubach Toniazzo

Juliol 2008



MIQUEL RIGOLA LAPEÑA i EMILI MATÓ PALOS, professors de la Facultat de Ciències de la Universitat de Girona

CERTIFIQUEN

Que els estudiants Marc Serra Muñoz i Xavier Ubach Toniazzo han dut a terme, sota la seva direcció, l'estudi titulat *Estudi de l'evolució dels nivells d'immissió dels contaminants emesos per la incineradora de Campdorà (Girona)*, i presenten aquesta memòria, la qual constitueix el projecte final de carrera per optar a la Llicenciatura de Ciències Ambientals.

Girona, 31 de Juliol del 2007

Miquel Rigola Lapeña
(Tutor tècnic)

Emili Mató Palos
(Tutor docent)

AGRAÏMENTS

Volem mostrar el nostre sincer agraïment i reconeixement a les persones que de manera voluntària han col·laborat en la realització d'aquest estudi.

Especial esment al doctor Miquel Rigola i Lapeña per la seva tutorització i suport com a tutor tècnic del projecte, i al senyor Emili Mató i Palos per la seva vinculació com a tutor docent.

El més sincer agraïment a Sergio Martinez i Lozano (doctorant del Laboratori d'Enginyeria Química i Ambiental (LEQUIA)) per les mostres de suport i ajuda que ens ha mostrat en tot moment des dels inicis del present projecte.

Altres persones a qui volem agrair la seva col·laboració per la realització d'aquest projecte són:

- ✓ Sr. Jordi Bardagí i Viaplana (director tècnic de la incineradora de Campdorà) i el Sr. Alfred Viñas i Folch (gerent de la planta incineradora) per la seva amabilitat i disposició en el transcurs de les reunions realitzades per tal d'abordar diferents aspectes relacionats amb la instal·lació.
- ✓ Dr. Josep Calbó i Angrill (Departament de Física de la Universitat de Girona) per la seva disposició en la cessió de dades meteorològiques pel corresponent tractament amb el simulador ISC-AERMOD View.
- ✓ Sr. Lluís Vicenç i Franquesa (component del servei de Sistemes d'Informació Geogràfica i Teledetecció (SIGTE) de la Universitat de Girona) per la seva col·laboració en la transformació de la cartografia digital.
- ✓ Sr. Juan Ramon Mercè i Aguilà (cap de relacions amb usuaris de l'Institut Nacional Meteorològic) per la seva rapidesa alhora de fer-nos arribar les dades meteorològiques sol·licitades.
- ✓ A l'empresa Darrera S.A. per la publicació de les diferents dades meteorològiques mesurades en l'estació meteorològica situada a Celrà.
- ✓ Als nostres amics i familiars per les mostres de suport rebudes en tot moment.

Gràcies a tots per haver col·laborat en aquest projecte i agrair la paciència que han tingut amb nosaltres. Un sincer agraïment.

ÍNDEX

ÍNDIX DE CONTINGUTS

1. PREÀMBUL	11
2. JUSTIFICACIÓ	4
3. OBJECTIUS	6
4. INTRODUCCIÓ.....	8
4.1 Situació geogràfica i socioeconòmica	8
4.1.1 Girona.....	10
4.1.2 Salt	11
4.1.3 Sarrià de Ter.....	12
4.2 Els Residus Sòlids Urbans (RSU)	13
4.2.1 Situació dels Residus Sòlids Urbans a Catalunya.....	14
4.2.1 Situació dels Residus Sòlids Urbans a la ciutat de Girona	17
5. METODOLOGIA.....	21
6. DESCRIPCIÓ	26
6.1 La contaminació atmosfèrica.....	26
6.2 Marc legislatiu.....	28
6.2.1 Legislació referent a l'emissió produïda per instal·lacions d'incineració de residus	28
6.2.2 Legislació referent a l'immissió o qualitat de l'aire	33

6.3 La incineradora de residus sòlids urbans de Campdorà	37
6.3.1 Descripció del procés d'incineració	39
6.3.2 Adaptacions de la incineradora a la normativa vigent	44
6.4 Simulació de la dispersió atmosfèrica de contaminants.....	49
6.4.1 Simuladors de dispersió atmosfèrica de contaminants.....	49
6.4.1.1 El simulador de dispersió atmosfèrica CALPUFF VIEW	50
6.4.1.2 El simulador de dispersió atmosfèrica ISC-AERMOD VIEW	50
6.4.2 La simulació de la dispersió atmosfèrica dels contaminants emesos per la incineradora de Campdorà mitjançant el model AERMOD	52
6.4.2.1 AERMET. El preprocessament de dades meteorològiques.....	52
6.4.2.1.1 Dades meteorològiques en superfície	52
6.4.2.1.2 Dades meteorològiques en alçada	54
6.4.2.1.3 Sectors de direcció del vent associats als usos del sòl	55
6.4.2.2 AERMOD. Processament de les dades	58
6.4.2.2.1 Definició de les característiques físiques del terreny.....	58
6.4.2.2.2 Definició d'edificis. L'efecte "building downwash"	60

6.4.2.2.3 Definició de la font emissora	61
6.4.2.2.4 Definició de la malla de receptors.....	63
6.4.2.2.5 Definició de paràmetres referents al tipus de dispersió	63
6.4.2.2.6 Definició del període meteorològic	64
6.4.2.2.7 Definició de la presentació dels resultats	64
7. DIAGNOSI DELS RESULTATS.....	65
7.1 Evolució dels nivells d'immissió dels contaminants emesos per la incineradora de Campdorà.....	66
7.1.1 La dispersió atmosfèrica de les partícules en suspensió totals (PST)	66
7.1.2 La dispersió atmosfèrica del clorur d'hidrogen (HCl).....	71
7.1.3 La dispersió atmosfèrica del diòxid de Nitrogen (NO ₂)	75
7.1.4 La dispersió atmosfèrica del monòxid de carboni (CO)	80
7.1.5 La dispersió atmosfèrica del diòxid de sofre (SO ₂).....	84
7.2 Diagnosi general	88
8. PROPOSTES D'ACTUACIÓ	92
8.1 Incorporació del simulador AERMOD en les etapes de disseny de totes les activitats potencialment contaminants de l'aire.....	93

8.2 Creació d'una base de dades meteorològica centralitzada preparada per a l'AERMOD	93
8.3 Modernització del sistema d'incineració.....	94
9. CONCLUSIONS	95
10. REFERÈNCIES.....	98
11. GLOSSARI.....	91

ÍNDIX DE FIGURES

Figura 1: Mapa de Catalunya on s'ubica la comarca del Gironès.....	4
Figura 2: Mapa de relleu de la comarca del Gironès.....	5
Figura 3: Mapa de situació de la incineradora de Campdorà i els diferents nuclis de població colindants.....	6
Figura 4: Evolució de la població de Girona en el període 1998-2007	7
Figura 5: Evolució de la població de Salt en el període 1998-2007	8
Figura 6: Evolució de la població de Sarrià de Ter en el període 1998-2007	9
Figura 7: Evolució de la generació de residus municipals a Catalunya (1995-2006)	10
Figura 8: Comparativa de dades de residus municipals a Catalunya (2005-2006)	11
Figura 9: Evolució recollida selectiva a Catalunya (1995-2006)	12
Figura 10: Producció de residus municipals i generació de residus per càpita (2000-2007)	13
Figura 11: Evolució de la generació de residus a Girona pel període 2004-2007	14
Figura 12: Percentatges de les fraccions i tipologia de residus de la recollida selectiva (2007)	14
Figura 13: Percentatges dels tractaments als que s'han destinat els residus sòlids urbans a Girona en el període 2000-2007	15
Figura 14: Esquema de la metodologia general del projecte	19
Figura 15: Evolució del marge de tolerància del diòxid de nitrogen (1999-2010)	30

Figura 16: Esquema de funcionament de la planta incineradora de residus sòlids urbans de Campdorà (2008)	38
Figura 17: Pantalla d'inici del preprocessador AERMET	46
Figura 18: Pantalla referent al tractament de les dades meteorològiques en alçada	48
Figura 19: Pantalla corresponent als sectors de direcció del vent associats als usos del sòl	49
Figura 20: Resum de freqüències de la velocitat del vent en funció de la direcció pel conjunt de dades processades	50
Figura 21: Gràfic de distribució de freqüències segons la direcció i velocitat del vent	50
Figura 22: Rosa dels vents de freqüència per direcció. Estació de Celrà (període 2001-2007)	51
Figura 23: Rosa dels vents de freqüència per direcció. Antic Institut de Girona (període 1933-1971)	52
Figura 24: Mapa topogràfic de la zona d'estudi	53
Figura 25: Mapa topogràfic en tres dimensions de la zona d'estudi	54
Figura 26: Representació esquemàtica de l'efecte "building downwash"	55
Figura 27: Representació en tres dimensions de la incineradora	56
Figura 28: Pantalla de definició de la malla de receptors	57
Figura 29: Mapa de dispersió de les PST (Any 1996)	60
Figura 30: Mapa de dispersió de les PST (Any 1996)	61
Figura 31: Mapa de dispersió de les PST (Any 1999)	62
Figura 32: Mapa de dispersió de les PST (Any 2004)	63
Figura 33: Mapa de dispersió del HCl (Any 1999)	65
Figura 34: Mapa de dispersió del HCl (Any 1999)	66
Figura 35: Mapa de dispersió del HCl (Any 2001)	67

Figura 36: Mapa de dispersió del NO₂ (Any 1998)	69
Figura 37: Mapa de dispersió del NO₂ (Any 1998)	70
Figura 38: Mapa de dispersió del NO₂ (Any 2002)	71
Figura 39: Mapa de dispersió del NO₂ (Any 2007)	72
Figura 40: Mapa de dispersió del CO (Any 1999)	74
Figura 41: Mapa de dispersió del CO (Any 2002)	75
Figura 42: Mapa de dispersió del CO (Any 2007)	76
Figura 43: Mapa de dispersió del SO₂ (Any 1999)	78
Figura 44: Mapa de dispersió del SO₂ (Any 1999)	79
Figura 45: Mapa de dispersió del SO₂ (Any 2002)	80
Figura 46: Mapa de dispersió del NO₂ (Any 1998)	82
Figura 47: Rosa dels vents de freqüència per direcció. Estació de Celrà. Dades meteorològiques del període 2001-2007	83
Figura 48: Representació en tres dimensions de la dispersió atmosfèrica del NO₂ l'any 1998	84

ÍNDEX DE TAULES

Taula 1: Altura considerada segons la tipologia de núvol	17
Taula 2: Característiques dels principals contaminants emesos per les instal·lacions d'incineració de R.S.U	20
Taula 3: Límits d'emissió fixats per el Decret 323/1994	24
Taula 4: Límits d'emissió fixats per la Directiva 2000/76 i el Decret 80/2002	26
Taula 5: Valors de referència pel SO₂ d'acord amb el Reial Decret 1073/2002	29
Taula 6: Valors de referència pel HCl d'acord amb el Decret 833/75	29
Taula 7: Valors de referència pel CO d'acord amb el Reial Decret 1073/2002	29
Taula 8: Valors de referència pel NO₂ d'acord amb el Reial Decret 1073/2002	30
Taula 9: Valors de referència per les PST d'acord el Reial Decret 1321/92	30
Taula 10: Característiques tècniques de la incineradora de Campdorà	33
Taula 11: Emissions produïdes per la incineradora als anys 1993, 1996, 1998, 1999, 2000	39
Taula 12: Emissions produïdes per la incineradora als anys 2001 i 2002	40
Taula 13: Emissions produïdes per la incineradora als anys 2003, 2004 i 2005	41
Taula 14: Emissions de la incineradora de Campdorà als anys 2006 i 2007	42
Taula 15: Valors d'Albedo, radi de Bowen i rugositat del terreny respecte els usos del sòl dels diferents sectors de direcció del vent	49
Taula 16: Paràmetres de la font emisora utilitzats en l'estudi	55

Taula 17: Cabal i hores de funcionament anuals de la incineradora de Campdorà	56
Taula 18: Reducció de l'immisió detectada per a cada contaminant pel conjunt del període analitzat	87

PREÀMBUL

1. PREÀMBUL

Xavier Ubach i Toniazzo juntament amb Marc Serra i Muñoz, com estudiants d'últim curs de la llicenciatura de Ciències Ambientals i cursant l'assignatura "Projecte", presenten el present projecte titulat: "ESTUDI DE L'EVOLUCIÓ DELS NIVELLS D'IMMISSIÓ DELS CONTAMINANTS EMESOS PER LA INCINERADORA DE CAMPDORÀ (GIRONA)".

La idea de realitzar aquest estudi com a projecte de final de carrera va ser proposada pel Dr. Miquel Rigola i Lapeña. Com estudiants de Ciències Ambientals, es va valorar l'oportunitat de poder aprendre a utilitzar un simulador de dispersió atmosfèrica de contaminants tan complet com és el programa ISC-AERMOD View i es va decidir tirar endavant amb l'estudi proposat. Cal esmentar, que tot i que la Universitat de Girona va adquirir aquest programa l'any 2006, fins al moment de la realització d'aquest projecte el programa no s'havia posat mai en funcionament. Aquest fet ha representat una de les principals dificultats alhora de dur a terme aquest estudi, ja que en cap moment s'ha pogut obtenir suport pel que fa al seu funcionament, i per tant, s'ha tingut que dedicar molt de temps en realitzar la posta en marxa del programa.

El tutor tècnic del present projecte ha estat el Dr. Miquel Rigola i Lapeña, i el tutor docent el Sr. Emili Mató i Palos.

JUSTIFICACIÓ

2. JUSTIFICACIÓ

La societat actual es caracteritza perquè genera una gran quantitat de residus. L'home sempre ha produït residus al llarg de la seva història, però amb el desenvolupament de l'actual societat de consum, els volums de deixalles han crescut d'una manera desorbitada. La solució ideal seria la reducció en origen, la reutilització o bé reciclar-los, però aquest és un procés molt llarg de conscienciació i reestructuració dels esquemes productius i socials.

Tota aquesta quantitat de residus generats han de ser correctament gestionada i tractada per tal de preservar el medi ambient. S'entén per gestió i tractament de residus el conjunt d'operacions encaminades a l'aprofitament dels recursos materials i energètics continguts en aquests o a la deposició d'una forma ambientalment segura de la part dels residus impossible d'aprofitar.

Per exemple, en el cas de la ciutat de Girona, tot i que en els últims anys ha augmentat significativament la recollida selectiva degut principalment a les campanyes d'educació ambiental, l'any 2007, el 62 % del total de residus generats van ser destinats a tractaments finalistes com és la deposició controlada en l'abocador de Solius (Baix Empordà) i la incineració en la incineradora de Campdorà (Gironès). Entre aquests dos tractaments finalistes, el que té una major rellevància pel que fa al volum de residus tractats és la incineració, la qual va realitzar el tractament del 45 % (aproximadament unes 29.000 tones) del total de residus generats l'any 2007. (Font: Ajuntament de Girona, Memòria de residus 2007)

Tot i que el tractament d'incineració es caracteritza pels diferents avantatges que presenta en front d'altres (com per exemple la important reducció del volum de residus), des de l'antiguitat aquest ha estat sotmès a una forta oposició social degut a les emissions de gasos resultants del procés d'incineració.

Aquest estudi pretén demostrar com la incineració de residus juntament amb la utilització de les millors tecnologies disponibles, avança cap a una situació on l'impacte ambiental produït per les emissions s'ha reduït molt en els últims anys, convertint-lo en un sistema de tractament de residus ambientalment segur i amb uns millors rendiments energètics de funcionament.

Per analitzar l'evolució de l'impacte ambiental que produeixen les emissions de gasos de la incineradora de Campdorà, el present estudi es centra en l'evolució dels diferents nivells d'immissió detectats en la zona d'estudi en funció de les diferents tecnologies i tractaments de gasos incorporats al llarg dels anys en el procés d'incineració.

OBJECTIUS

3. OBJECTIUS

L'objectiu principal del present estudi és l'estudi de l'evolució dels nivells d'immissió dels contaminants emesos per la incineradora de Campdorà (Girona) en funció a la incorporació de noves tecnologies i tractaments de gasos en el procés d'incineració al llarg dels seus anys de funcionament.

Per desenvolupar aquest objectiu principal, s'han determinat els següents objectius secundaris:

- ✓ Caracteritzar la zona d'estudi.
- ✓ Analitzar i caracteritzar el procés d'incineració i les emissions de gasos de la incineradora de Campdorà.
- ✓ Estudiar l'evolució de la legislació referent a instal·lacions d'incineració de residus sòlids urbans.
- ✓ Analitzar i caracteritzar les condicions meteorològiques de la zona d'emplaçament de la incineradora.
- ✓ Modelitzar i/o simular la dispersió atmosfèrica dels contaminants emesos per la incineradora de Campdorà mitjançant el programa informàtic ISC-AERMOD View.
- ✓ Determinar i analitzar la distribució dels nivells d'immissió detectats a la zona d'estudi
- ✓ Valorar l'evolució dels nivells d'immissió dels principals contaminants emesos per la incineradora de Campdorà en la zona d'estudi en funció a la incorporació de noves tecnologies i tractaments de gasos en el procés d'incineració.

INTRODUCCIÓ

4. INTRODUCCIÓ

4.1 Situació geogràfica i socioeconòmica

El present estudi té com a marc territorial la comarca del Gironès, a Catalunya (Figura 1), concretament, al barri de Campdorà (Girona). La comarca del Gironès presenta un relleu majoritàriament pla, delimitat pel massís de les Gavarres a l'est (que neutralitza la influència de la Mediterrània), per les Guillerries a l'oest, i pel sud les terres es prolonguen per la depressió al·luvial de la Vall d'Aro (Figura 2).

La comarca del Gironès presenta una elevada varietat de territoris amb diversos usos (agrícola, industrial, etc) lligats a la ciutat de Girona, capital de la província. El Gironès, tradicionalment ha sigut una comarca agrícola de secà, complementada amb ramaderia establada. La indústria, principal motor econòmic de la comarca, és molt diversificada, i es situa a les rodalies de la ciutat. Deixant de banda alguns nuclis, la comarca presenta un paisatge rural on destaca el poblament dispers i la propietat petita; els pobles petits i les masies, es localitzen per tota la comarca.

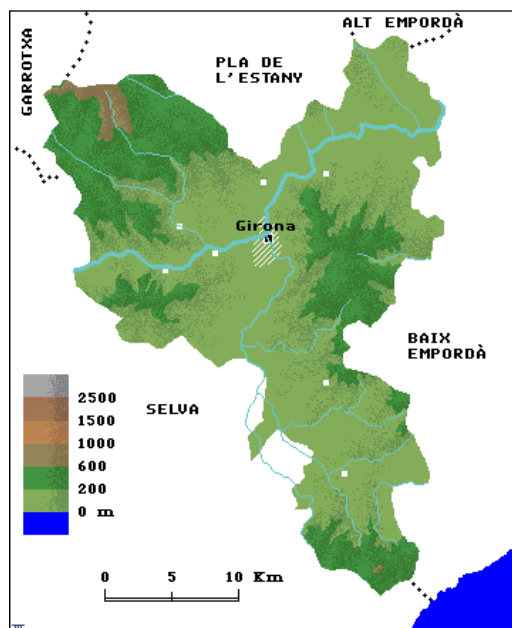
El clima és mediterrani temperat. La zona propera a la costa és clarament influenciada per la mar Mediterrània, i és en la zona interior on s'hi localitzen les temperatures més baixes a l'hivern i més altes a l'estiu.

La vegetació és variada com correspon a l'heterogeneïtat de les seves terres. S'hi troben des de les brolles de brucs i estepes a la zona meridional, fins els claps d'alzinar amb marfull i pinedes de pi blanc, juntament amb mates d'argelaga i espígol a la part septentrional.

Figura 1: Mapa de Catalunya on s'ubica la comarca del Gironès



Font: Internet

Figura 2: Mapa de relleu de la comarca del Gironès

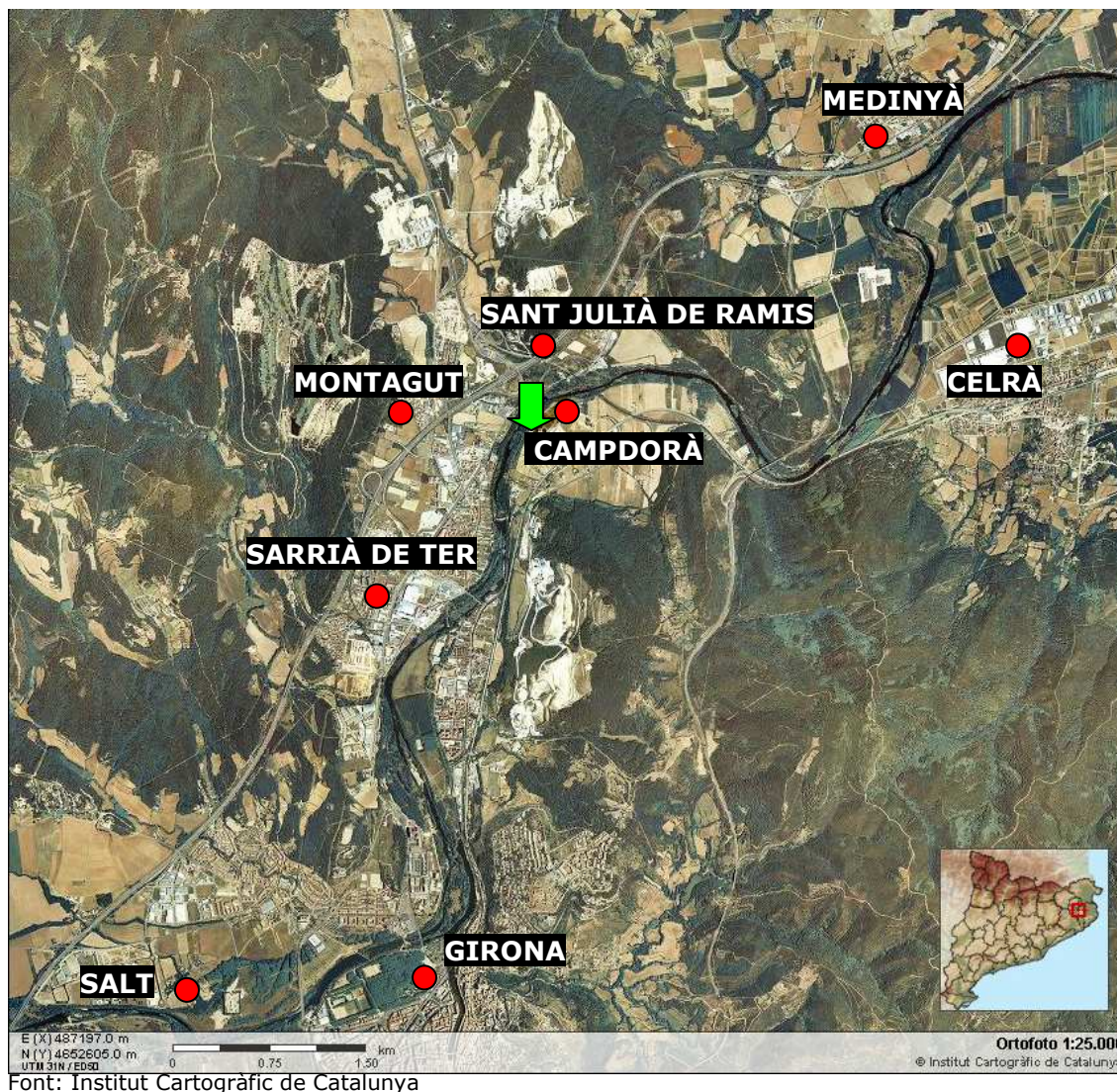
Font: Consell Comarcal del Gironès

En el marc territorial de la comarca del Gironès, el projecte pren com a àrea d'estudi el barri de Campdorà del municipi de Girona, on es localitza la incineradora de residus sòlids urbans.

El barri de Campdorà es troba situat al nord de Girona, entre el riu Ter i el peudemont de les Gavarres. Ocupa una superfície de 5,76 km² presentant una població de 199 habitants en el cens del 2005 (Font: Ajuntament de Girona). Concretament la seva situació correspon a la part interior del meandre que forma el riu Ter, entre els municipis de Sarrià de Ter i Sant Julià de Ramis. Els barris de la Muntanya de Campdorà i el Pla de Campdorà són de natura eminentment rural. Antigament, fou un agregat dispers del municipi de Celrà, però és l'any 1975 quan passà a formar part del municipi de Girona.

En la Figura 3, es mostra la situació de la incineradora (fletxa verda). Les icones vermells assenyalen la situació dels diferents nuclis de població colindants.

Figura 3: Mapa de situació de la incineradora de Campdorà i els diferents nuclis de població colindants



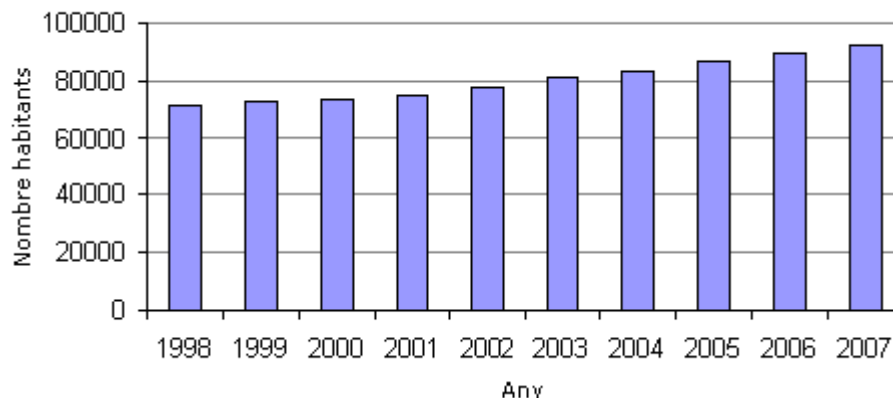
Els nuclis de població que tracten la fracció rebuig dels seus residus en la incineradora de Campdorà són: Girona, Salt i Sarrià de Ter.

4.1.1 Girona

La ciutat de Girona es localitza al nord-est de Catalunya, sent la capital de la comarca del Gironès i de la província de Girona. Es troba situada a la confluència dels rius Onyar, Güell, Galligants i el Ter, a una altitud de 70 metres sobre el nivell de mar, en l'anomenat pla de Girona. Girona limita al nord amb els municipis de Sant Julià de Ramis i Sarrià de Ter; a l'est, amb els de Celrà i Juià; al sud-est, amb Quart; al sud-oest, amb Fornells de la Selva i Vilablareix; i a l'oest amb Salt i Sant Gregori.

En la Figura 4 es mostra l'evolució de la població de Girona en el període 1998-2007.

Figura 4: Evolució de la població de Girona en el període 1998-2007



Font: Elaboració pròpia a partir de dades publicades per l'IDESCAT

La Figura 4 mostra com la població de Girona l'any 2007 (92.186 habitants) ha crescut en els últims 10 anys un 22,05 % (71.858 habitants l'any 1998).

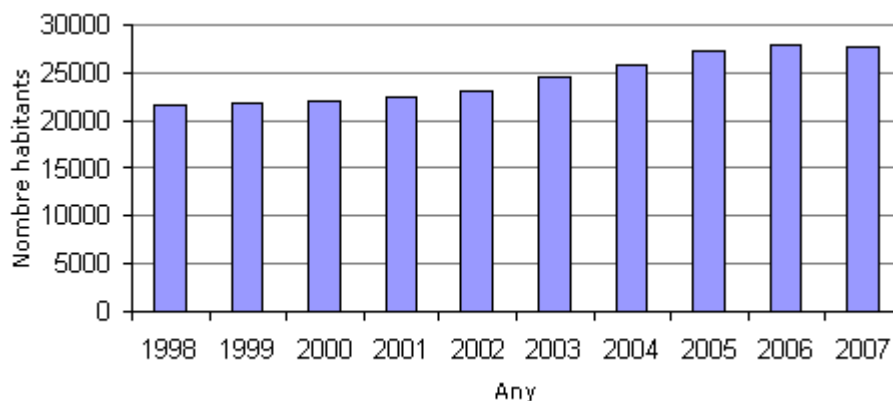
Pel que a la situació socioeconòmica, els dos principals indicadors que s'han considerat són el Producte Interior Brut (PIB) i la Renta Familiar Disponible Bruta (RFDB).

Segons les dades disponibles, l'any 2001, el PIB per habitants es situava en 26,6 milers d'euros representant en valor d'índex de 126,1 (Font: IDESCAT). Respecte la RFDB per habitant, aquesta es situava en 15,3 milers d'euros, representant un valor d'índex de 125 (Font: IDESCAT). Tenint en compte que l'índex de Catalunya és igual a 100, aquestes dades mostren una situació econòmicament favorable.

4.1.2 Salt

Salt és una ciutat situada al extrem centre-oest de la comarca del Gironès. El seu municipi es troba situat a 83,7 metres sobre el nivell del mar i ocupa una superfície de 6'6 km².

En la Figura 5 es mostra l'evolució de la població en el període 1998-2007.

Figura 5: Evolució de la població de Salt en el període 1998-2007

Font: Elaboració pròpia a partir de les dades publicades per l'IDESCAT

L'any 2007, Salt presentava una població de 27.673 habitants, un 21,66 % més que la que presentava a l'any 1998, 21.678 habitants (Font: IDESCAT). Aquest creixement experimentat per la població de Salt ha estat tant significatiu com el de la població de Girona durant els anys 1998-2007, tot i que en els últims anys, no s'observa una clara tendència a l'alça. L'any 2007 es detecta una lleugera disminució de la població.

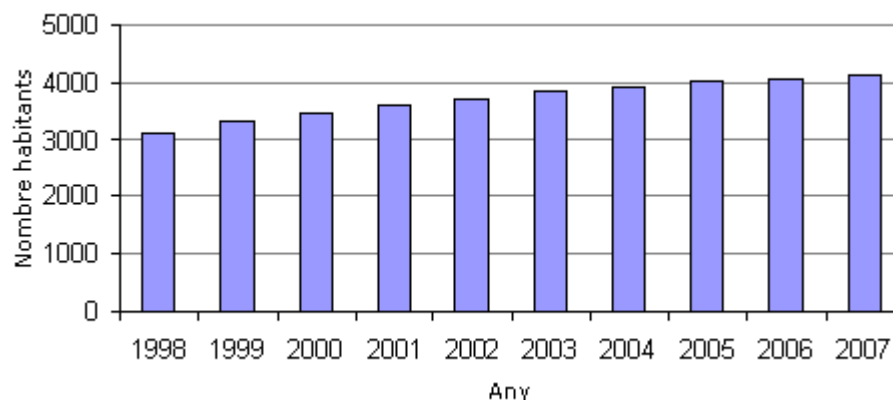
Com a tret característic, Salt presenta un major índex d'immigració censat que la resta de poblacions de la comarca del Gironès.

Respecte la situació econòmica de Salt l'any 2001 (Font: IDESCAT), els indicadors PIB (9,7 milers euros per habitant representant un valor d'índex de 46,1) i la RFDB (10,9 milers d'euros per habitant representant un valor d'índex de 89,1) es troben per sota de l'índex mitjà català (100).

4.1.3 Sarrià de Ter

Sarrià de Ter és un poble de la comarca del Gironès. El seu terme municipal ocupa una extensió de 4,2 km², sent un dels més petits en extensió dels presents en la comarca. Es troba situat a 70 metres sobre el nivell del mar i està format pels nuclis de població de Sarrià de Dalt i Sarrià de Baix. L'any 2007, Sarrià de Ter tenia una població de 4.144 habitants.

En la Figura 6 es mostra l'evolució de la població de Sarrià de Ter en el període 1998-2007.

Figura 6: Evolució de la població de Sarrià de Ter en el període 1998-2007

Font: Elaboració pròpia a partir de les dades publicades per l'IDESCAT

La Figura 5 mostra que la població de Sarrià de Ter ha augmentat durant el període 1998-2007. L'any 2007, Sarrià de Ter presentava una població de 4.144 habitants, un 24,8 % més que l'any 1998, 3.139 habitants (Font: IDESCAT). Des de l'any 2004, s'observa una tendència estabilitzadora del nombre d'habitants.

Referent a la situació socioeconòmica de Sarrià de Ter, no s'han obtingut les dades dels indicadors econòmics comparats en les poblacions de Girona i Salt, ja que el cens de població és força baix. Segons dades disponibles, la mitjana de l'impost sobre la renda de les persones físiques (IRPF) l'any 1998 es situa al voltant dels 12.500 euros anuals. La seva font principal d'ingressos rau en la fabricació i manipulació del paper i antigament l'agricultura fou l'activitat monetària principal.

4.2 Els Residus Sòlids Urbans (RSU)

La Llei de la Generalitat de Catalunya 6/1993, del 15 de Juliol, reguladora dels residus, d'acord amb la Directiva del Consell d'Europa 91/156/CE, defineix residu com a "qualsevol substància o objecte de què el seu posseïdor es desprengui o tingui la intenció o la obligació de desprendre's".

A més, classifica els residus en tres categories d'acord amb la disposició del rebuig i atenent llurs característiques:

- ✓ Residus especials: Són tots els residus compresos en l'àmbit d'aplicació de la Directiva 91/689/CE, relativa als residus perillosos.
- ✓ Residus inerts: Residus que una vegada dipositats en un abocador, no experimenten transformacions físiques, químiques o biològiques significatives i que compleixen els criteris de lixiviació reglamentats.

- ✓ Residus no especials: Tot residu que no és classificat com a especial o com inert.

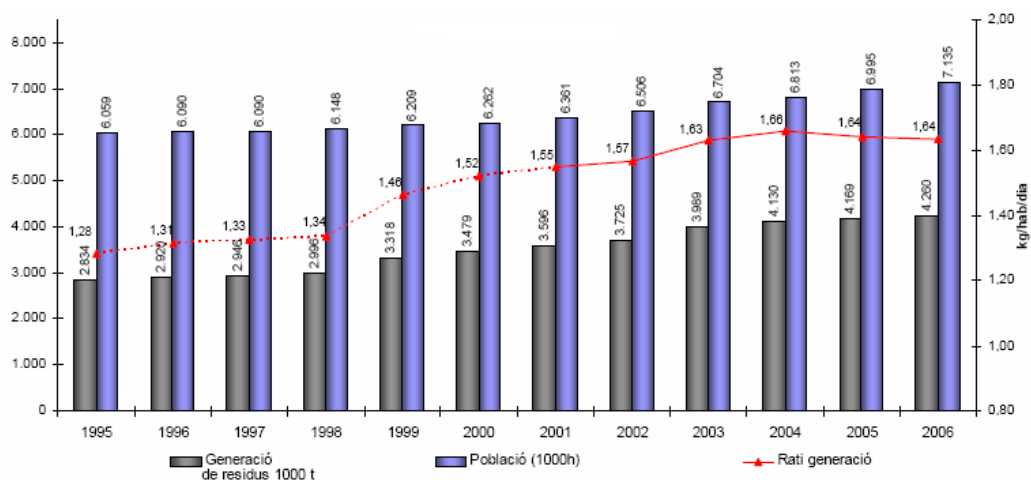
Segons la Llei 15/2003, del 13 de juny, de modificació de la Llei 6/1993, del 15 de juliol, reguladora dels residus, es defineixen com a residus municipals, els residus generats als domicilis particulars, els comerços, les oficines i els serveis, i també els que no tenen la consideració de residus especials i que per llur naturalesa o composició es poden assimilar als que es produeixen als llocs o les activitats esmentats. Tenen també la consideració de residus municipals els residus procedents de la neteja de vies públiques, zones verdes, àrees recreatives i platges; els animals domèstics morts; els mobles, els estris i els vehicles abandonats; els residus i els enderroc procedents d'obres menors i reparació domiciliària.

La nostra societat es caracteritza perquè genera una gran quantitat i varietat de residus, els qual requereixen el seu tractament. Entenem com a tractament de residus les tècniques de recuperació, reutilització, reciclatge i deposició d'aquests.

4.2.1 Situació dels Residus Sòlids Urbans a Catalunya

En el Figura 7 es mostra com evoluciona la quantitat de residus municipals totals generats a Catalunya en relació amb el creixement experimentat per la seva població. A partir de l'any 1999, les dades de generació de residus municipals inclouen altres fraccions com són els voluminosos, la poda vegetal, els medicaments, les piles, el tèxtil i altres residus recollits en deixalleries.

Figura 7: Evolució de la generació de residus municipals a Catalunya (1995-2006)



Font: Agència de Residus de Catalunya.

En la Figura 7, es mostra com la població de Catalunya l'any 2006 (7.135.000 habitants) ha augmentat un 15,08 % respecte la de l'any 1995, 6.059.000 habitants. Respecte la generació de residus, aquesta ha augmentat de forma més significativa. L'any 2006 es van generar 4.260.0000 tones de residus, un 33,47 % més que les generades l'any 1995, 2.834.000 tones. Conseqüentment, el rati de generació també ha augmentat al llarg del període. L'any 2006 el rati de generació era d'1,64 kg/hab/dia, un 21,95 % més que l'any 1995, 1,28 kg/hab/dia, tot i que des de l'any 2005 s'observa una tendència estabilitzadora.

En la Figura 8 es mostren les dades de generació de residus municipals a Catalunya del període 2005-2006, així com la composició dels residus sòlids municipals i els diferents tractaments als que van ser destinats.

Figura 8: Comparativa de dades de residus municipals a Catalunya (2005-2006)

Dades en tones	2006	2005
HABITANTS	7.134.897	6.995.208
	TOTAL	TOTAL
FRACCIÓ ORGÀNICA	256.051,36	215.373,40
VIDRE	183.006,12	181.390,53
PAPER I CARTRÓ	419.378,65	401.827,03
ENVASOS LLEUGERS	94.672,39	72.008,30
VOLUMINOSOS	161.376,98	142.581,91
PODA	66.728,62	80.151,28
PILES	517,58	515,90
MEDICAMENTS	490,25	439,84
TÈXTIL	5.868,61	4.929,04
ALTRES A DEIXALLERIES	172.451,41	181.207,85
TOTAL RSB	1.360.541,97	1.220.402,78
% RSB/RM	31,94%	29,08%
A TRACTAMENT	138.391,32	195.298,95
A DIPÒSIT CONTROLAT (DC)	2.110.746,19	2.102.554,24
A INCINERACIÓ (INC)	650.283,73	677.891,97
Subtotal DC + INC	2.761.029,92	2.780.446,21
TOTAL FRACCIÓ RESTA	2.899.421,24	2.975.745,16
% FR _{TOTAL} /RM	68,06%	70,92%
TOTAL RM	4.259.963,21	4.196.147,94
RATI (kg/hab*dia)	1,64	1,64

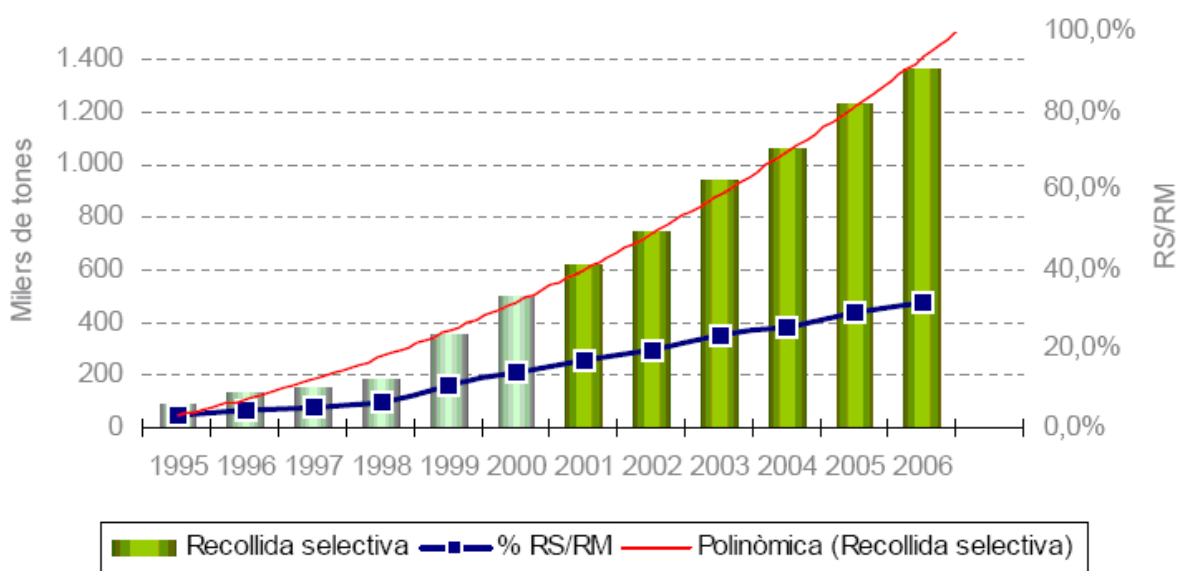
Font: Agència de Residus de Catalunya.

Referent a la fracció resta, la Figura 8 mostra com per l'any 2006 aquesta representa un 68,06 % del total de residus municipals generats, disminuint un 2,86 % respecte l'any 2005.

Actualment seguim generant gran quantitat de residus que són destinats a tractaments finalistes. Per exemple, l'any 2006 d'aquest 68,06 % de la fracció resta generada, el 49,55 % va ser destinat a la deposició controlada en abocadors, mentre que a incineració s'hi van destinar el 15,27 %. El 3,24 % restant correspon a altres tipus de tractaments

Com mostra la Figura 8, segons les dades de residus municipals de Catalunya a l'any 2006, la recollida selectiva bruta assoleix un 31,94% del total de residus municipals generats, augmentant un 2,86% respecte l'any anterior i mantenint la tendència a l'alça que experimenta des de l'any 1995, tal i com es mostra en la figura 9.

Figura 9: Evolució recollida selectiva a Catalunya (1995-2006)



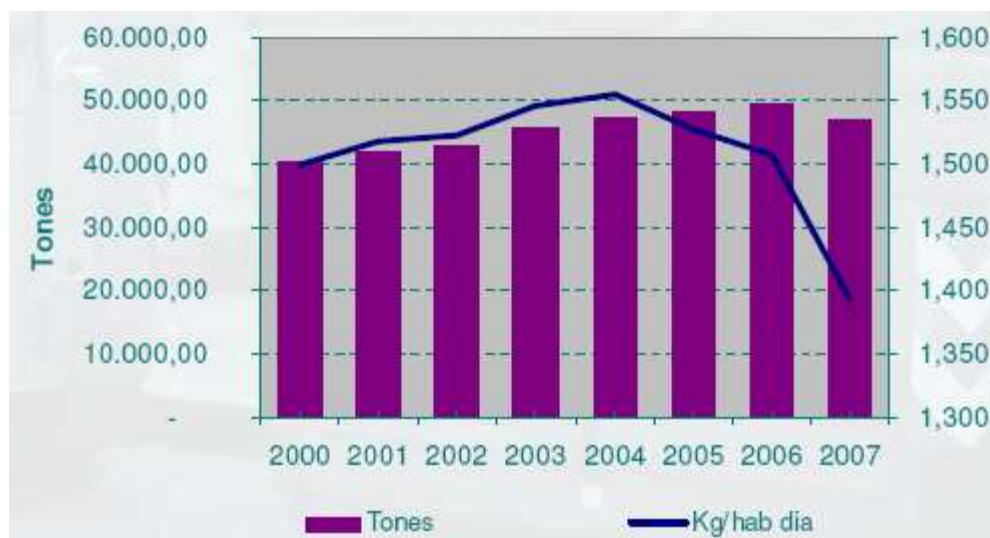
Font: Agència de Residus de Catalunya.

Cal esmentar que pel que fa als tractaments de residus de la fracció resta, la deposició controlada en abocador és la que presenta una major rellevància ja que en tot el territori català només existeixen cinc instal·lacions d'incineració amb una capacitat limitada. Aquestes instal·lacions es troben situades a les poblacions de Tarragona, Sant Adrià del Besòs (Barcelona), Mataró (Barcelona), Viella (Lleida) i Girona.

4.2.1 Situació dels Residus Sòlids Urbans a la ciutat de Girona

La Figura 10 mostra l'evolució de la generació total de residus anuals de la població de Girona i la generació de residus per càpita en el període 2000-2007.

Figura 10: Producció de residus municipals i generació de residus per càpita (2000-2007)



Font: Memòria de residus de Girona. 2007

En la Figura 10 es mostra la tendència a l'alça en la generació de residus a Girona, en excepció de l'any 2007, on per primer cop s'ha observat una disminució. Aquesta disminució s'ha atribuït al fet que a partir del gener del 2007, s'ha suprimit la recollida de residus d'origen comercial dels polígons industrials de Mas Xirgu, Pla d'abastaments, Avellaneda, Mas Gri, Sant Feliu de Guíxols, Domeny, Taialà i Nestlé. L'eliminació dels residus de les activitats d'aquestes zones ha passat a ser gestionada de forma privada.

Pel que fa a la generació de residus per capità, a partir de l'any 2004, aquesta comença a disminuir fins assolir a l'any 2007 els 1,39 Kg/hab/dia. Aquesta disminució s'ha atribuït tant a la supressió del servei de recollida de residus d'origen comercial, com a l'augment de la població que ha experimentat Girona en els últims anys.

En la Figura 11 es mostra l'evolució de la generació de residus durant el període 2004-2007 tant pel que fa a la fracció rebuig, la recollida selectiva i els voluminosos.

Figura 11: Evolució de la generació de residus a Girona pel període 2004-2007

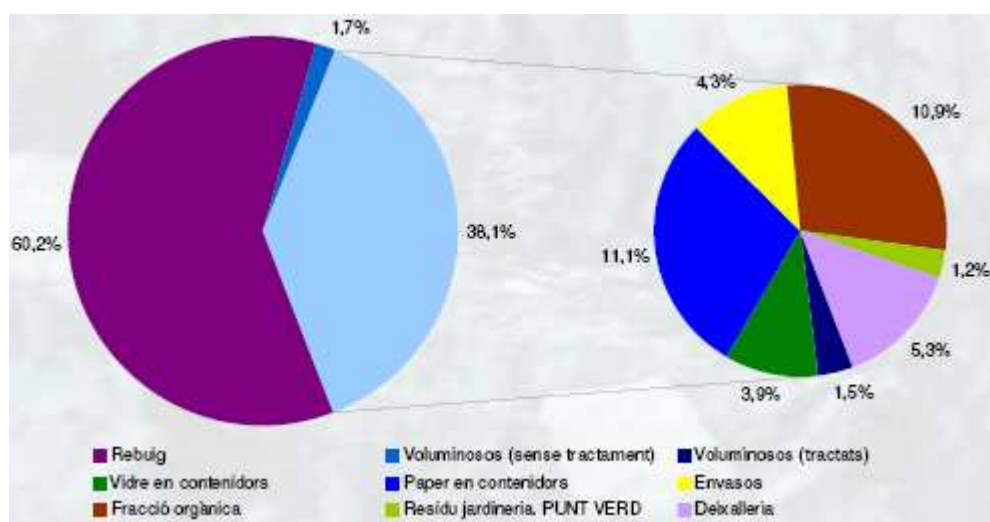
	2004	2005	2006	2007	Incr. 07/06 %	Kg/hab dia
Rebuig	36.941,31	33.957,85	31.087,11	28.204,95	-9,27%	0,84
Selectiva	8.603,04	12.559,06	16.375,38	17.157,95	4,78%	0,51
Voluminosos (tractats)	-	-	-	707,15	-	0,02
Voluminosos	1.850,16	1.796,84	2.002,88	791,96	-25,15%	0,02
TOTAL	47.394,51	48.313,74	49.465,37	46.862,00	-5,26%	1,39
Selectiva / Total	18,15%	25,99%	33,10%	38,12%		

Font: Memòria de residus de Girona. 2007

La Figura 11 mostra una disminució tant de la fracció rebuig (9,27%) com dels voluminosos (25,15 %) l'any 2007 respecte l'any 2006. Pel que fa a la recollida selectiva, tot i la disminució de residus totals generats, aquesta a seguit augmentant (4,78% l'any 2007), assolint el 38,12 % del total de residus generats. Aquest augment és fruit de la campanya d'educació ambiental que es va iniciar l'any 2004 per promoure la recollida selectiva.

En el Figura 12 es mostren els percentatges que corresponen a les diferents fraccions així com de la tipologia de residus tractats mitjançant la recollida selectiva l'any 2007.

Figura 12: Percentatges de les fraccions i tipologia de residus de la recollida selectiva (2007)



Font: Memòria de residus de Girona. 2007

L'any 2007, el 62 % (rebuig i voluminosos sense tractament) del total de residus generats a Girona han estat destinats a tractaments finalistes com la incineració i la deposició en abocador controlat.

En la figura 13 es mostren els percentatges dels diferents tractaments als que han estat destinats els residus sòlids urbans en el període 2000-2007.

Figura 13: Percentatges dels tractaments als que s'han destinat els residus sòlids urbans a Girona en el període 2000-2007



Font: Memòria de residus de Girona. 2007

La Figura 13 mostra com en els últims anys l'augment de la recollida selectiva ha significat una disminució de la quantitat de residus destinats a tractaments finalistes com la incineració com de la deposició controlada en l'abocador.

Tot i això, el 45 % dels residus generats l'any 2007 van ser tractats per la incineradora de Campdorà i el 17 % van ser destinats a l'abocador de Solius.

L'any 2007, la incineradora de Campdorà va realitzar el tractament de 28.743 tones de residus, de les quals un 72,74 % provenien de Girona i un 27,25 % de Salt i Sarrià de Ter.

METODOLOGIA

5. METODOLOGIA

Per realitzar l'estudi de l'evolució dels nivells d'immissió dels contaminants emesos per la incineradora de Campdorà, s'ha utilitzat el programa informàtic d'última generació ISC-AERMOD View. Aquest programa, adquirit per la Universitat de Girona l'any 2006, mai s'havia posat en funcionament fins la realització d'aquest projecte. Per aquest motiu, un dels principals contratemps sorgits ha estat aprendre i entendre el funcionament del propi simulador, la qual cosa ha representat una gran inversió de temps.

ISC-AERMOD View és un simulador de models de dispersió d'aire que analitza la concentració i deposició de la contaminació atmosfèrica originada per una o diverses fonts. Aquest programa informàtic permet, a partir dels paràmetres meteorològics mesurats en superfície, els paràmetres meteorològics mesurats en alçada, la informació cartogràfica de la zona d'estudi i les dades de les emissions juntament amb certes característiques de la font emissora, realitzar la simulació de la dispersió atmosfèrica dels contaminants.

Pel que fa als paràmetres meteorològics mesurats en superfície, els que s'han tingut en compte alhora de realitzar la simulació de la dispersió atmosfèrica dels contaminants experimentada són:

- ✓ Cobertura del cel (desens)
- ✓ Temperatura (°C)
- ✓ Humitat relativa (%)
- ✓ Pressió (mb)
- ✓ Direcció del vent (°)
- ✓ Velocitat del vent (m/s)
- ✓ Altura dels núvols (m)
- ✓ Precipitació (mm)
- ✓ Radiació global horitzontal (Wh/m²)

En quant a aquests paràmetres esmentats, el que s'ha fet és una recopil·lació de les dades meteorològiques del període 2001-2007. S'ha utilitzat aquest període meteorològic degut a que és el període més llarg i complet obtingut referent a aquests paràmetres.

El programa ISC-AERMOD View requereix la inserció dels paràmetres en format horari, és a dir, un valor per cada hora. Aquest fet ha representat una dificultat

important alhora de portar a terme l'estudi ja que ha comportat passar gran nombre d'hores tant per buscar les dades, com per poder crear els arxius necessaris amb el format i les unitats requerides pel propi programa.

Les dades meteorològiques en superfície referents a la temperatura, l'humitat relativa, la pressió atmosfèrica, la precipitació, la direcció i velocitat del vent han estat obtingudes d'una estació meteorològica de l'empresa Darrera S.A associada a l'ACOM (Associació Catalana d'Observadors Meteorològics) situada a la població de Celrà.

S'han utilitzat les dades d'aquesta estació meteorològica degut a que és l'estació meteorològica més pròxima a la incineradora de Campdorà (4.355 metres) amb una sèrie de dades meteorològiques suficientment gran com les requerides en aquest estudi.

Els paràmetres de direcció i velocitat del vent tenen gran importància alhora de realitzar la simulació de la dispersió de contaminants mitjançant el programa. Per aquest motiu s'ha optat per realitzar la corresponent rosa dels vents de les dades obtingudes a Celrà i s'ha comparat amb la rosa dels vents obtinguda per la ciutat de Girona per observar s'hi l'orografia produeix diferències significatives pel que fa a aquests paràmetres a Campdorà.

Pel que fa a les dades referents a la cobertura del cel i l'altura dels núvols, aquestes han estat cedides per l'Institut Nacional Meteorològic i mesurades en l'estació que hi ha situada a l'aeroport de Girona (Vilobí d'Onyar). Les dades referents a la cobertura del cel s'han obtingut en octaus. Com que el programa requereix les dades en desens s'ha realitzat la corresponent conversió.

El paràmetre corresponent a l'altura dels núvols ha estat un dels paràmetres que ens ha suposat més problemes degut a que no s'ha aconseguit l'altura diària exacte dels núvols de cap punt proper a Campdorà. Finalment, segons el tipus de núvol observat cada dia a l'aeroport de Girona, s'ha atribuït una determinada altura dels núvols seguint els consells del Dr. Josep Calbó (Taula1)

Taula 1: Altura considerada segons la tipologia de núvol	
Tipologia núvols	Altura (m)
Estratus	600
Estratocúmulus	
Cúmulus	1000
Cumulonimbus	
Nimbostratus	2000
Altostratus	4000
Altostratus	
Cirrus	8000
Cirrostratus	
Cirrocúmulus	

Font: Pròpia (2008)

Les dades de la radiació global horitzontal han estat cedides també pel Dr. Josep Calbó i mesurades a la Universitat de Girona.

El programa ISC-AERMOD View permet estimar les dades meteorològiques en altura a partir de les dades meteorològiques en superfície. Per aquest estudi s'ha utilitzat aquesta opció degut a que les dades disponibles no s'han pogut obtenir en els formats que requereix el programa.

La informació cartogràfica introduïda en el programa consta de nou mapes topogràfics corresponents a les referències 304-094, 304-095, 304-096, 305-094, 305-095, 305-096, 305-094, 306-095, 306-096 a escala 1:5.000 de l'Institut Català Cartogràfic (ICC) delimitant una superfície de 72,5 km². D'aquesta superfície, la zona objecte d'estudi correspon a una superfície de 56 km².

ISC-AERMOD View ofereix la possibilitat de representar la topografia en tres dimensions i d'aquesta manera, tenir en compte l'orografia del terreny en la simulació de la dispersió atmosfèrica dels contaminants. Per tal d'utilitzar aquesta opció, s'ha d'introduir el mapa d'elevacions de terreny amb un arxiu en forma DEM (Digital Elevation Map). Per aquest motiu, el Sr. Lluís Vicenç, component del servei de Sistemes d'Informació Geogràfica i Teledetecció (SIGTE) de la Universitat de Girona, ha col·laborat en aquest estudi realitzant la transformació de la cartografia a l'esmentat format DEM.

Les dades referents a les emissions de gasos produïdes per la incineradora de Campdorà (període 1996-2007) i les característiques tècniques de la incineradora han estat cedides pel gerent de la incineradora el Sr. Alfred Viñas i Folch, i el director tècnic Jordi Bardagí i Viaplana. Aquestes dades d'emissió corresponent a les mesures publicades per la E.C.A (Entitat Col·laboradora de l'Administració) tractant-se de valors de mitjanes d'emissió semihoraris.

Els contaminants emesos per la incineradora de Campdorà objectes d'aquest estudi són: partícules en suspensió totals (PST), clorur d'hidrogen (HCl), diòxid de nitrogen (NO₂), monòxid de carboni (CO) i diòxid de sofre (SO₂).

Una vegada obtinguts tot els paràmetres necessaris per realitzar la simulació de la dispersió atmosfèrica dels diferents contaminants, s'han establert diferents períodes d'estudi en funció a la incorporació de noves tecnologies i tractaments de gasos en la incineradora de Campdorà per determinar com han evolucionat els diferents nivells d'immissió en la zona d'estudi. Aquestes modificacions han estat la incorporació dels filtres de mànegues l'any 1997, la depuració de gasos amb hidròxid de calci i carbó actiu l'any 2000 i la injecció d'urea líquida en els forns de combustió l'any 2004.

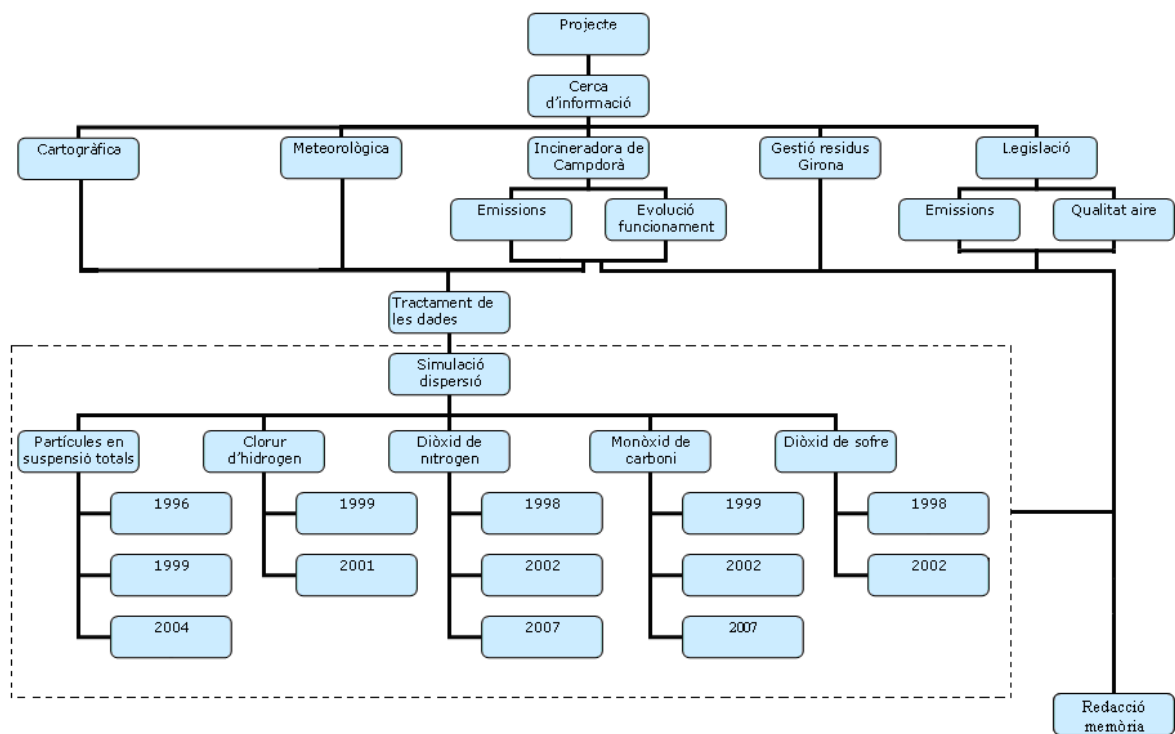
La simulació de la dispersió atmosfèrica dels diferents contaminants, s'ha realitzat a partir de les majors concentracions mitjanes anuals d'emissió observades en els períodes compresos entre les diferents modificacions introduïdes en el procés de tractament de gasos. Els anys objectes d'estudi

dels diferents contaminants són: 1996, 1999 i 2004 per el cas de les PST; 1999 i 2001 per el cas del HCl; 1998, 2002 i 2007 per el cas del NO₂; 1999, 2002 i 2007 per el cas del CO; i 1998 i 2002 pel SO₂.

Finalment, a partir dels diferents resultats obtinguts per les diferents simulacions de la dispersió atmosfèrica dels contaminants, la seva comparació amb la legislació vigent (tant en termes d'emissió com immissió), i altres dades referents al funcionament de la pròpia incineradora, s'ha dut a terme la redacció de la memòria d'aquest estudi.

En la figura 14, es mostra de forma esquemàtica la metodologia general seguida per realitzar el present estudi.

Figura 14: Esquema de la metodologia general del projecte



Font: Elaboració pròpia

DESCRIPCIÓ

6. DESCRIPCIÓ

6.1 La contaminació atmosfèrica

Un contaminant és el nom que rep tota substància aliena a la composició de l'atmosfera que passa a ella i roman durant un cert temps. També s'inclou dins d'aquesta categoria totes aquelles substàncies que conformen l'atmosfera però que es presenten en concentracions superiors a les naturals. Aquestes substàncies no són sempre d'origen antropogènic; accions naturals com erupcions volcàniques, tempestes de sorra...etc. poden provocar episodis de contaminació atmosfèrica. Tot i així, quan es parla de contaminació atmosfèrica es sol referir fa a accions d'origen antropogènic.

Els contaminants es poden classificar segons molts criteris: estat, toxicitat, reactivitat,...etc. Els més importants, segons la seva composició química són: partícules, compostos de sofre, compostos de nitrogen, compostos de carboni, halògens, compostos halogenats i oxidants fotoquímics.

La classificació més usual es realitza considerant la seva procedència:

- ✓ Contaminants primaris: Procedents directament de les fonts d'emissió. Exemples: SO₂, NO, CO, CO₂, HCl, HF, PST,...
- ✓ Contaminants secundaris: Originats a l'atmosfera degut a les diferents reaccions químiques que han produït la transformació de contaminants primaris. Exemple: O₃, SO₃, NO₂,

En la taula 2 es mostren els principals contaminants emesos per les instal·lacions d'incineració de residus i les seves característiques principals:

Taula 2: Característiques dels principals contaminants emesos per les instal·lacions d'incineració de RSU	
Contaminant	Característiques
Diòxid de sofre (SO ₂)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gas incolor i d'olor forta i sufocant. ▪ En una atmosfera humida es transforma en àcid sulfúric i produeix la deposició àcida. ▪ A partir de concentracions > 0,1 ppm es produeix una important reducció de la visibilitat.
Diòxid de nitrogen (NO ₂)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gas de color amarronat i d'olor irritant. ▪ Tòxic a altes concentracions. ▪ Intervé en la formació de la boira fotoquímica.
Monòxid de carboni (CO)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gas inodor i incolor ▪ Tòxic a altes concentracions i a exposicions curtes de temps. ▪ Gran indicador del trànsit.

Taula 2: Característiques dels principals contaminants emesos per les instal·lacions d'incineració de RSU

Contaminant	Característiques
Partícules en suspensió totals (PST)	<ul style="list-style-type: none">▪ Matèria en suspensió a l'aire.▪ PST: partícules de diàmetre < 30 µm.▪ PM10: partícules de diàmetre < 10 µm.▪ FN (fums negres): partícules de diàmetre < 1 µm.
Clorur d'hidrogen (HCl)	<ul style="list-style-type: none">▪ Gas incolor, d'olor intensa i irritant
Metalls pesants	<ul style="list-style-type: none">▪ Sòlids que queden en suspensió amb les partícules.▪ Presenten diversa toxicitat depenent del metall.

Font: Departament de Medi Ambient. 2006.

La presència a l'aire de contaminants pot perjudicar la salut de les persones, afectar el medi ambient i, en definitiva, reduir la qualitat de vida.

Dels processos involucrats en la contaminació atmosfèrica s'ha d'assenyalar en primer terme l'emissió de contaminants. En el procés d'emissió s'aboquen a l'atmosfera determinades quantitats de contaminants. Un cop emesos els contaminants romanen a l'atmosfera durant un cert temps, conegut com a temps de residència. Aquest temps de permanència a l'atmosfera està relacionat amb la seva reactivitat química, amb el rentat de l'atmosfera que realitza la pluja i la capacitat del medi per dispersar-los.

La contaminació de l'aire és un procés que s'inicia amb les emissions a l'aire per part dels diferents focus emissors (nivells d'emissió) de contaminants a l'atmosfera. Una vegada aquestes substàncies es troben a l'atmosfera pateixen diferents processos de transport i/o transformació condicionats per la orografia i el medi atmosfèric. Com a resultat d'aquests processos, en un punt determinat es pot detectar una determinada concentració de cada contaminant, conegut com a nivell d'immissió. Són aquests, 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.

Per minimitzar la contaminació atmosfèrica és necessari, per una banda, el control de les emissions atmosfèriques (nivells d'emissió), i per l'altra, el control i la vigilància de la presència dels contaminants a l'aire en diferents punts receptors (nivells d'immissió).

En tractar el problema de la contaminació atmosfèrica, cal tenir present que, tot i que existeix una certa relació entre l'emissió i la 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.

El present estudi pretén analitzar el comportament de la dispersió atmosfèrica experimentada pels gasos emesos per la incineradora de Campdorà a partir dels diferents nivells mitjans d'immissió detectats en la zona d'estudi.

6.2 Marc legislatiu

6.2.1 Legislació referent a l'emissió produïda per instal·lacions d'incineració de residus

Actualment les instal·lacions incineradores de residus sòlids urbans estan sotmeses al compliment de la llei, tant pel que fa a característiques tècniques referents al procés d'incineració, com pel que fa a les emissions de gasos i la gestió dels residus produïts per aquest tipus d'instal·lacions, però no sempre ha estat així.

A Espanya, no és fins l'any 1975 quan apareixen les primeres disposicions legals que limiten les emissions, el Decret 833/1975 que desenvolupa la Llei 38/1972 sobre la protecció de l'ambient atmosfèric. Tot i això, dictaven únicament un límit d'emissió de les partícules en suspensió i amb valors molt poc exigents.

Les primeres normatives comunitàries adoptades referents al procés d'incineració de residus amb l'objectiu de prevenir la contaminació atmosfèrica, tant a nivell dels límits d'emissió a l'atmosfera, com de les condicions de control del procés de combustió i de les condicions de monitorització d'aquest tipus d'instal·lacions són: la Directiva 89/369/CE, relativa a la prevenció de la contaminació procedent de noves instal·lacions d'incineració de residus municipals, en la qual es limita les emissions procedents de les noves instal·lacions d'incineració de residus municipals, i la Directiva 89/429/CE, relativa a la reducció de la contaminació atmosfèrica procedent d'instal·lacions existents d'incineració de residus municipals.

Espanya les incorporà a la seva legislació al setembre del 1992, amb el Real Decret 1088/92, pel que s'estableixen noves normes sobre la limitació d'emissions a l'atmosfera de determinats agents contaminants procedents de instal·lacions d'incineració de residus municipals.

El desembre del 1994, la Unió Europea adoptà la Directiva 94/67/CE, relativa a la incineració de residus perillosos. Aquesta és transposada a Espanya el juliol de 1997 mitjançant el Real Decret 1217/97, el qual modificà parcialment el Real Decret 1088/92.

A Catalunya, l'any 1994, es va aprovar el Decret 323/1994, de 4 de novembre pel qual es regulen les instal·lacions d'incineració de residus (tant municipals com perillosos) i els límits de les seves emissions a l'atmosfera amb l'objectiu d'adequar-se a la normativa comunitària, garantir un alt nivell de qualitat ambiental, i preservar la salut de les persones, els ecosistemes i el paisatge. Per aquest motiu, l'autorització d'aquest tipus d'instal·lació queda sotmesa a l'avaluació d'impacte ambiental, sobretot pel que fa referència als nivells de qualitat de l'aire de la zona.

En aquest decret apareix l'obligació d'aprofitar el calor del procés d'incineració per l'obtenció d'energia sempre que sigui possible. La incineradora de Campdorà realitza la recuperació energètica per la producció elèctrica des de l'any 1990.

A més, determina l'equipació de la qual ha d'estar dotada una instal·lació incineradora:

- ✓ Oficina de recepció, dotada de bàscula, equip de presa de mostres i laboratori d'identificació i caracterització dels residus especials.
- ✓ Dipòsit de descàrrega, impermeabilitzat i dotat de canalització i sistema de recollida de lixiviats, i de capacitat i disseny apropiats per poder efectuar les operacions de barreja dels residus més idònies per a la correcta combustió.
- ✓ Forn o forns de combustió que permetin assolir els paràmetres de temperatura dels gasos de combustió i presència d'oxigen que es determinen en l'annex 1 d'aquest decret per a les diferents classes de residus.
- ✓ Cremadors auxiliars que garanteixin el compliment permanent, inclosos els moments de posada en marxa i tancament de la instal·lació, de les condicions de temperatura dels gasos de combustió que s'exigeixen segons les determinacions de l'apartat anterior.
- ✓ Sistema de bloqueig de l'alimentació de residus del forn quan no es puguin complir les determinacions fixades en l'annex 1 d'aquest decret i quan es sobrepassin els valors límits d'emissió que es fixen a l'annex 2 d'aquest mateix decret.
- ✓ Equips de presa de mostres i d'anàlisi automàtica dels gasos de combustió i punts de mostreig necessaris.
- ✓ Xemeneia de sortida de gasos depurats, d'alçada i diàmetre, calculats mitjançant un estudi de dispersió atmosfèrica.
- ✓ Sensors de vigilància dels nivells d'immissió, quan sigui necessària.
- ✓ Instal·lacions de depuració i d'evacuació de les aigües residuals, incloses les procedents de rentatge de fums.
- ✓ Instal·lacions i sistema d'emmagatzematge i, si escau, valorització i disposició del rebuig dels residus que s'originen en la instal·lació d'incineració.

En referència als paràmetres de combustió, el decret determina que s'ha de realitzar la combustió com a mínim en les següents condicions:

- ✓ Temperatura de 850° C
- ✓ Presència d'oxigen del 6%
- ✓ Temps de residència de 2 segons

Aquestes mesures es realitzen en una paret interna de la cambra de combustió.

La incineradora de Campdorà està en funcionament des de l'1 de gener del 1984, i compta amb 2 línees amb una capacitat d'incineració de 2,5 T/h per línea. La taula 3 mostra els límits d'emissió que, d'acord amb el Decret 323/1994 i amb un plaç de fins l'1 de desembre del 2000, les incineradores amb aquestes característiques haurien de complir.

Taula 3: Límits d'emissió fixats per el Decret 323/1994	
Contaminant	Límit emissió*
Partícules en suspensió totals (PST)	30 mg/Nm ³
Monòxid de carboni (CO)	100 mg/Nm ³
Diòxid de nitrogen (NO ₂). Recomanat	300 ppm
Clorur d'hidrogen (HCl)	50 mg/Nm ³
Fluorur d'hidrogen (HF)	2 mg/Nm ³
Carboni orgànic total (COT)	20 mg/Nm ³
Diòxid de sofre (SO ₂)	300 mg/Nm ³
Metalls pesants	
Pb+Cr+Cu+Mn	5 mg/Nm ³
Ni+As	1 mg/Nm ³
Cd+Hg	0,20 mg/Nm ³

Font: Decret 323/1994 (Annex 2.6)

* Valors límit semihoraris referits a unes condicions de temperatura = 273 °K, P = 101,3 kPa, 11 % d'oxigen i gas sec.

Aquest decret també determina quins són els paràmetres que han de ser mesurats en continu per tal de realitzar una bona vigilància ambiental:

- ✓ Temperatura de la cambra de combustió després de l'última injecció d'aire de combustió.
- ✓ Concentració d'oxigen.
- ✓ Pressió, temperatura i vapor d'aigua en els gasos de sortida.
- ✓ La mesura de vapor d'aigua no serà necessària si els gasos de combustió són assecats abans d'efectuar l'anàlisi de les emissions.

- ✓ Contaminants a mesurar en continu en els gasos finals d'emissió: Partícules totals, monòxid de carboni, carboni orgànic total, clorur d'hidrogen, diòxid de sofre i diòxid de nitrogen.

El decret dicta que l'Administració competent procedirà a comprovar periòdicament que les instal·lacions d'incineració de residus compleixen, a més dels requisits de caràcter general imposats per la legislació vigent a les activitats potencialment contaminants, les condicions establertes en aquest decret, que, en qualsevol cas, podran ser revisades per adaptar-les a la millor tecnologia disponible i a la situació del medi ambient.

El 13 de novembre de l'any 2000 s'aprova la Llei 11/2000, reguladora de la incineració de residus, que té per objecte establir les condicions en què s'ha de realitzar la incineració de residus a Catalunya, amb la finalitat de protegir la salut de les persones i el medi ambient.

D'altra banda, el 4 de desembre del mateix any, en substitució de la Directiva 89/369/CE, la Directiva 89/429/CE i la Directiva 94/67/CE, s'aprova la Directiva Comunitària 2000/76/CE (transposada a la legislació espanyola amb el Real Decret 653/2003), relativa a la incineració de residus, on es fixen en l'àmbit de la Unió Europea els requeriments aplicables a aquesta activitat de gestió dels residus. Aquesta Directiva implica uns límits d'emissió a l'atmosfera més exigents pel que fa als òxids de nitrogen, al diòxid de sofre, als metalls pesants i introdueix el límit d'emissió per les dioxines i furans.

A Catalunya, el 19 de febrer del 2002, amb el Decret 80/2002, reguladora de les condicions per a la incineració de residus, es desenvolupa la Llei 11/2000 en el marc de les noves orientacions comunitàries (Directiva 2000/76), on es regulen els aspectes relatius als sistemes de recuperació d'energia de què han de disposar les instal·lacions d'incineració de residus fixant-ne el rendiment energètic mínim; estableix els requeriments aplicables a la gestió de les cendres resultants del procés d'incineració i determina els valors límit d'emissió a l'atmosfera per tal d'adequar-se al compliment de la nova directiva.

Referent al sistema de recuperació d'energia, el decret determina que en condicions normals de funcionament, l'energia recuperada en el procés d'aprofitament energètic, convertida en termes d'energia primària, ha de ser equivalent com a mínim al 40% de l'energia continguda en els residus gestionats, mesurada com a poder calorífic inferior.

Referent a la gestió de les cendres resultant del procés d'incineració, el Decret 80/2002 determina que les instal·lacions d'incineració de residus reduiran al mínim la quantitat i la perillositat de les cendres generades en el procés d'incineració. Aquests residus s'hauran de gestionar d'acord amb la Llei 6/1993, de 15 de juliol, reguladora dels residus; el Decret 34/1996, de 9 de gener, pel qual s'aprova el Catàleg de residus de Catalunya, modificat pel Decret 92/1999, de 6 d'abril, i el Decret 93/1999, de 6 d'abril, sobre procediments de gestió de residus. A més, també determina que les cendres es

valoraran sempre que les condicions tècniques i econòmiques ho permetin, i el transport i l'emmagatzematge temporal de les cendres es realitzarà de manera que s'eviti la seva dispersió al medi, amb contenidors tancats o amb altres sistemes tècnicament adequats.

Pel que fa als valors límits d'emissió, introdueix el valor límit de dioxines i furans a complir amb plaç de fins el 28 de desembre de 2005, establint-lo en $0,1 \text{ ng/m}^3$ i estableix els nous límits d'emissió dels metalls pesants.

Pel que fa a la resta de contaminants, s'adopten els valors límits d'emissió de la Directiva comunitària 2000/76, on en el seu annex 2 s'assignen diferents límits d'emissió segons l'antiguitat de la instal·lació, la seva capacitat d'incineració i el període de mostreig.

Pel que fa al període de mostreig, la legislació distingeix diferents límits d'emissió en funció del període analitzat, establint una distinció entre valors límits referits a valors mitjans mesurats en continu durant 24 hores per part de la pròpia instal·lació i valors límits mitjans semihoraris (valors màxim detectats en fraccions de 30 minuts en un període mínim de 8 hores). Aquests últims són els valors que la ECA té en compte a l'hora de portar a terme els seus controls periòdics, on es diferencien dos límits d'emissió diferents per cada contaminant en funció de si per determinar les mitjanes s'han tingut en compte el 100 % dels valors o bé el 97 % (percentil 97).

En la Taula 4 es mostren els límits d'emissió que ha de complir la incineradora a partir del 28 de desembre del 2005.

Taula 4: Límits d'emissió fixats per la Directiva 2000/76 i el Decret 80/2002	
Contaminant	Límit emissió*
Partícules en suspensió totals (PST)	30 mg/Nm^3
Clorur d'hidrogen (HCl)	60 mg/Nm^3
Florur d'hidrogen (HF)	4 mg/Nm^3
Diòxid de sofre (SO_2)	200 mg/Nm^3
Monòxid de carboni (CO)	100 mg/Nm^3
Carboni orgànic total (COT)	20 mg/Nm^3
Diòxid de nitrogen (NO_2)	400 mg/Nm^3
Dioxines i Furans	$0,1 \text{ ng/Nm}^3$
Metalls pesants	Límit emissió*
Sb+As+Pb+Cr (total)+Co+Cu+Mn+Ni+V	$0,5 \text{ mg/Nm}^3$
Hg	$0,05 \text{ mg/Nm}^3$
Cd+Tl	$0,05 \text{ mg/Nm}^3$

Font: Directiva 2000/76 (Annex 2) i l Decret 80/2002 (Article nº 5)

* Valors límit semihoraris referits a unes condicions de temperatura = $273 \text{ }^\circ\text{K}$, $P = 101,3 \text{ kPa}$, 11 % d'oxigen i gas sec i tenint en compte el 100 % dels valors.

6.2.2 Legislació referent a l'immissió o qualitat de l'aire

En la legislació referent a la qualitat de l'aire, segons la legislació específica de cada contaminant, es diferencien valors límit, valors objectiu i llindars a assolir de qualitat de l'aire (o d'immissió) diferents i en diferents períodes de mostreig (semihoraris, diaris i anuals). Tenint en compte que els efectes que poden tenir els contaminants depenen de la relació dosi/exposició, els valors límit d'immissió són diferent per a cada contaminant en relació amb els mateixos efectes nocius. Els diferents valors que la legislació determina per avaluar la qualitat de l'aire són:

- ✓ Valors límit: Nivell que no s'ha de superar, fixat segons coneixements científics, amb la finalitat d'evitar, prevenir o reduir els efectes nocius per a la salut humana i el medi ambient.
- ✓ Llindar d'informació: Nivell a partir del qual una exposició de durada breu suposa un risc per a la salut dels grups de població especialment sensibles. En superar-se aquest valor, les administracions competents han de subministrar una informació actualitzada a la població. Fins el moment, només s'ha definit per a l'ozó.
- ✓ Llindars d'alerta: Nivell a partir del qual una exposició de durada breu suposa un risc per a la salut de la població en general. En superar-se aquest valor, les administracions competents han d'emprendre mesures immediates.
- ✓ Valors objectiu: Nivell que s'hauria d'assolir a partir d'un moment determinat per evitar efectes nocius sobre la salut humana o del medi ambient a llarg termini.

Els objectius de la legislació en matèria de contaminació atmosfèrica són:

- ✓ Definir i establir objectius de qualitat de l'aire per tal d'evitar, prevenir o reduir els efectes nocius per a la salut humana i el medi ambient.
- ✓ Definir mètodes i criteris comuns per avaluar la qualitat de l'aire.
- ✓ Subministrar informació adequada sobre la qualitat de l'aire i procurar que el públic en tingui coneixement.
- ✓ Mantenir una bona qualitat de l'aire i millorar-la en la resta de casos.
- ✓ Establir les línies reals d'actuació de l'administració pública per prevenir, vigilar i corregir les situacions de contaminació atmosfèrica.

Per assolir aquests objectius, la legislació estableix els instruments necessaris per limitar les emissions a l'atmosfera d'agents contaminants, i els criteris per avaluar la qualitat de l'aire.

Per la valoració de l'estat de la qualitat de l'aire, es comparen els valors mesurats en el territori amb uns nivells de referència que estableix la legislació. Fins l'entrada en vigor del Reial Decret 1073/2002, del 18 d'octubre, sobre avaluació i gestió de la qualitat de l'aire ambient en relació amb el diòxid de sofre, diòxid de nitrogen, òxids de nitrogen, partícules, plom, benzè i monòxid de carboni, a Catalunya era d'aplicació el Decret 833/75 del 6 de febrer, el qual desenvolupa la Llei 38/1972, del 22 de desembre, de protecció de l'ambient atmosfèric i les normatives específiques per contaminant que es recullen a l'annex III de l'esmentat decret.

Actualment, existeix una situació transitòria en la que conviuen els valors límit de la normativa estatal, prèvia a l'entrada en vigor del Reial Decret 1073/2002, i els nous valors límits que fixa l'esmentat Reial Decret i els successius. Aquests darrers són els que s'utilitzen per avaluar la qualitat de l'aire però no poden ser una referència per a emprendre accions legals.

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

Per Catalunya, els límits d'immissió dels contaminants objecte d'aquest estudi són:

Diòxid de sofre (SO₂)

Per aquest contaminant, a partir de l'1 de gener del 2005, es realitza l'avaluació de la qualitat de l'aire en referència als valors fixats per el Reial Decret 1073/2002, quedant derogats els que fixava el Reial decret 1613/1985 (modificat per el Reial Decret 1321/1992) que modificava parcialment el Decret 833/75 pel que fa als valors de qualitat de les partícules en suspensió i el diòxid de sofre.

La taula 5 mostra els valors límit d'immissió a complir per el diòxid de nitrogen a partir de l'1 de gener del 2005.

Taula 5: Valors de referència pel SO₂ d'acord amb el Reial Decret 1073/2002

	Període	Valor límit
Valor límit horari per a la protecció de la salut humana	1 hora	350 µg/m ³ No podrà superar-se 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 No podrà superar-se en més de 3 ocasions per any civil
Valor límit per a la protecció dels ecosistemes	1 any civil i període hivernal	20 µg/m ³
Llindar d'alerta	1 hora	500 µg/m ³

Font: Reial Decret 1073/2002 (Annex 1)

Clorur d'hidrogen (HCl)

Pel que fa al clorur d'hidrogen no s'ha realitzat cap modificació en quan a la normativa des de l'entrada en vigor del Decret 833/75.

Taula 6: Valors de referència pel HCl d'acord amb el Decret 833/75

	Paràmetre	Valor límit
Valor límit semihorari	mitjana semihorària	300 µg/m ³
Valor límit diari	mitjana diària	50 µg/m ³

Font: Decret 833/75 (Annex 4)

Monòxid de carboni (CO)

Per aquest contaminant, a partir de l'1 de gener de l'any 2005 cal fer la avaluació de la qualitat de l'aire d'acord amb el Reial Decret 1073/2002, quedant derogat el Decret 833/75.

Taula 7: Valors de referència pel CO d'acord amb el Reial Decret 1073/2002

	Període	Valor límit
Valor límit horari per a la protecció de la salut humana	Mitjana de la concentració màxima observada en vuit hores d'un dia	10 mg/m ³

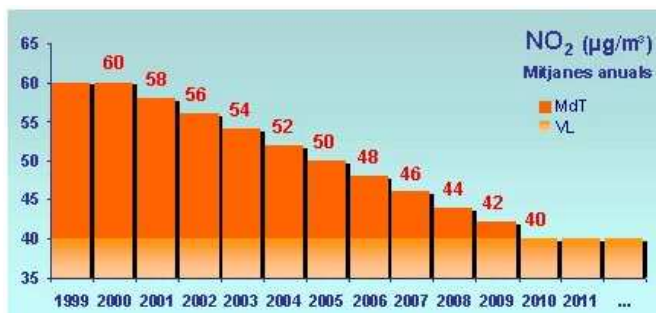
Font: Reial Decret 1073/2002 (Annex 5)

Diòxid de nitrogen (NO₂)

Per aquest contaminant fins a l'1 de gener de l'any 2010 cal fer la avaluació de la qualitat de l'aire d'acord amb el valor de referència que li correspongui per l'any considerat d'acord amb el Reial Decret 1073/2002 i el Reial Decret 717/1987 referents sobre la contaminació atmosfèrica per diòxid de nitrogeni plom. Cal tenir present que per aquest contaminant, d'acord amb el Reial Decret 1073/2002 i tenint en compte el marge de tolerància que aquest

estableix, des de l'any 1999 fins l'any 2010 el valor límit d'aquest contaminant varia cada any en funció d'aquest marge fins assolir l'any 2010 el valor límit que estableix la normativa (Figura 15)

Figura 15: Evolució del marge de tolerància del diòxid de nitrogen (1999-2010)



Font: Departament de Medi Ambient i Habitatge (2008)

Taula 8: Valors de referència pel NO₂ d'acord amb el Reial Decret 1073/2002

	Període	Valor límit
Valor límit horari per a la protecció de la salut humana	1 hora	200 µg/m ³ No podrà superar-se 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
Llindar d'alerta	1 hora	400 µg/m ³

Font: Reial Decret 1073/2002 (Annex 2)

Partícules en suspensió totals (PST)

Fins l'1 de gener de l'any 2005, l'immissió d'aquest contaminant estava regulada pel Reial Decret 1321/92. En la taula 9 es mostren els valors límits fixats per les partícules totals en suspensió.

Taula 9: Valors de referència per les PST d'acord el Reial Decret 1321/92

	Paràmetre	Valor límit
Valor límit anual	mitjana de les mitjanes diàries	150 µg/m ³
Valor límit anual	percentil 95 de les mitjanes diàries	300 µg/m ³

Font: Reial Decret 1321/92 (Annex 1)

A partir de l'1 de gener de l'any 2005, els valors límits d'immissió per aquest contaminant queden derogats, utilitzant les PM10 (partícules de diàmetre inferior a 10 micròmetres) per a l'avaluació de la qualitat de l'aire referent a aquest contaminant.

En el present estudi, per la dispersió atmosfèrica realitzada s'han tingut en compte els valors límit referents a les partícules totals en suspensió degut a que les dades d'emissió obtingudes no fan referència a les partícules de diàmetre inferior a 10 micròmetres (PM10).

6.3 La incineradora de residus sòlids urbans de Campdorà



Font: Jordi Bardagí

La planta incineradora de residus sòlids urbans de Campdorà va ser inaugurada l'1 de gener de l'any 1984. La incineradora rebia els residus de fins a 13 municipis diferents, però a l'any 1992 arriba al seu màxim de capacitat només amb els residus dels municipis de Girona, Salt i Sarrià de Ter.

A partir de l'any 1986, al costat de l'emplaçament de la planta incineradora, es localitza la planta depuradora d'aigües residuals. Aquesta tracta les aigües residuals de les següents poblacions: Girona, Aiguaviva, Vilablareix, Salt, Sarrià de Ter, Sant Julià de Ramis, una part de Fornells de la Selva, un polígon de Palol de Revardit i el polígon de Torre Mirona (entre Salt i Bescanó).

Actualment l'explotació de la planta incineradora de residus sòlid urbans i la depuradora d'aigües residuals, la realitza l'empresa TRARGISA (Tractament de residus i d'aigües residuals del sistema de Girona), tot i que són propietat dels ajuntaments de Girona, Salt i Sarrià de Ter.

Des de la posada en funcionament de la incineradora de Campdorà l'any 1984, aquesta ja estava dotada amb un tipus de tractament de gasos per tal de reduir les emissions de gasos a l'atmosfera. Aquest era el filtre electrostàtic, el

qual realitzava un filtrat dels gasos de combustió per tal d'extreure'n les cendres (partícules). Malgrat la utilització d'aquest tractament, els elements contaminants dels fums seguien anant directament a l'atmosfera.

L'any 1997 la incineradora de Campdorà es va incorporar en el seu funcionament el filtre de mànegues. Aquest es troba ubicat sota la xemeneia i consisteix bàsicament en 4 compartiments de 184 filtres cadascun que retenen partícules contaminants. Per incorporar aquest nou sistema de depuració de gasos, es va construir una nova xemeneia degut a que era més viable introduir aquest sistema construint una nova xemeneia que intentar modificar el funcionament de l'existent.

A partir de l'any 2000, es realitza la depuració de gasos amb calç i carbó actiu prèviament a l'entrada dels gasos al filtre de mànegues. Amb aquest nou procés s'aconsegueix la neutralització dels àcids i l'adsorció de partícules contaminants.

L'any 2004 es va implantar un dipòsit d'urea per tal de reduir les concentracions d'òxids de nitrogen i d'aquesta manera assolir els nous límits d'emissió. Aquest procés consisteix bàsicament en la injecció líquida d'urea al 45 % directament a l'interior dels forns durant el procés de combustió.

També cal esmentar, que des de l'any 1990, la incineradora de Campdorà incorpora un cicle tèrmic en el procés d'incineració que consisteix en una turbina combinada amb un alternador per la recuperació d'energia elèctrica a partir de la calor del fums. La valorització energètica dels residus que s'hi realitza compleix amb la legislació vigent a Catalunya (Decret 323/1994 i Llei 11/2000, que regulen les instal·lacions d'incineració de residus i els límits de les seves emissions a l'atmosfera).

La planta incineradora de residus sòlids urbans de Campdorà està sotmesa a un règim especial de control d'emissions, molt més estricte que el d'altres empreses. Les instal·lacions estan actualment preparades per complir també els límits més estrictes resultants de la Directiva Europea 2000/76/CE, relativa a la incineració de residus.

Actualment la planta incineradora disposa d'equips de mesura en continu de les emissions a l'atmosfera dels següents contaminants: partícules, CO, NO_x, HF, HCl, COT i SO₂. A més, d'acord amb la normativa actual, periòdicament una entitat col·laboradora de l'administració (E.C.A) realitza mesures dels paràmetres esmentats i d'altres que s'han de realitzar en laboratoris (metalls pesants, dioxines i furans).

En la taula 10 es poden observar les principals característiques tècniques de l'incineradora de Campdorà:

Taula 10: Característiques tècniques de la incineradora de Campdorà	
Tipus de residus	R.S.U
Hores/any operació (2007)	7050
Nº de línies	2
Capacitat d'incineració per línia en T/h	2,5
Tipus de forn	Parrilla Martin
Temperatura mitjana de combustió	1050° C
P.C.I del combustible	R.S.U de 1400/2000 KCal/kg
Tonelades incinerades a l'any	≈30000
Combustible auxiliar	CAP
Potència màxima	1900 KW
Tipus de condensador	De tubs, amb aigua de la depuradora
Reactius	Ca(OH) ₂ sec, Urea
Injecció de Carbó actiu	SI
Producció de cendres (2007)	690 Tm
Producció d'escòries (2007)	6323 Tm
Escòries Valoritzables (2007)	6323 Tm
Cendres per estabilitzar (2007)	690 Tm
Aprofitament de residus	SI
Tipus de residus aprofitats	Escòria i Ferralla
Inertització de residus	NO
Estabilització de les cendres	Gestors externs autoritzats
Destí dels residus no aprofitats	Gestor exterior autoritzat

Font: Dades facilitades per l'empresa Trargisa. Any 2005

6.3.1 Descripció del procés d'incineració

FASE 1 : Arribada dels residus sòlids urbans

Els camions arriben amb els residus a la planta. Primerament es pesen a la bàscula. El conductor ha d'introduir una targeta en un lector per tal de que la sala de control rebi el pes del camió i d'on prové. Posteriorment el camió aboca els residus a un fossar de capacitat d'uns 1000 m³. Al sortir, torna a passar per la bàscula per tal de poder saber la tara i així calcular la quantitat de residus que ha portat a la planta.



Fotografia de la fosa de recepció de residus (Font: Jordi Bardagi)

FASE 2 : Incineració dels residus

Les bosses d'escombraries que es troben en el fossar s'agafen amb una grua, s'enlairen i es fan caure per tal que les bosses es vagin trencant i es produeixi l'aireació dels residus. Amb la grua s'agafen els residus i s'introdueixen als forns. Els forns, segons la normativa, cal que sempre estiguin a més de 850 °C per poder cremar les dioxines. Concretament la combustió en la incineradora de Campdorà es realitza amb unes condicions del 13 % d'oxigen, una temperatura aproximada de 1150 °C i l'injecció d'urea al 45 %. El control del procés de combustió i els paràmetres que hi intervenen, es realitza des de la sala de control.

Els forns de la incineradora són rotatoris i tenen certa pendent perquè els residus vagin relliscant. En el final de la pendent queden les restes dels residus incinerats, vidres i ceràmica esmicolada (aquest producte és anomenat escòria) i la ferralla.



Fotografia de l'interior d'un dels forns de la planta (Font: Jordi Bardagí)

Aquests productes incinerats surten per una comporta que s'obre un cop acabada la incineració i es deixen caure a una sitja amb aigua perquè es refredin. Després es fan caure a una cinta mecànica que els porta a fora de la planta on hi ha un mecanisme per separar l'escòria i la ferralla.



Fotografia del mecanisme separador de l'escòria i la ferralla (Font: Jordi Bardagí)

Actualment s'està duent a terme la futura habilitació d'una zona d'emmagatzematge d'escòries on els camions carregaran i descarregaran les restes incinerades de la incineradora. A més, es construirà una cuneta al voltant del magatzem per recollir els líquids que desprèn l'escòria i l'aigua de la

pluja. Aquests aniran a parar a una arqueta amb una feixa que connectarà amb el col·lector de la depuradora.

Les escòries són reutilitzades per la construcció (se solen utilitzar com a material de rebliment). Per ser reutilitzades, s'han de mantenir dos mesos en maduració i posteriorment s'han de fer uns anàlisis on es miren els lixiviats, els metalls pesants, l'arseni i el níquel. Si aquests anàlisis surten correctament les escòries es podran reutilitzar. Cal destacar que en aquesta incineradora els anàlisis sempre els hi han sortit correctes.



Fotografia del nou emplaçament de les escòries (Font: Jordi Bardagí)

FASE 3 : Generació d'energia

El fum que surt de la incineració es fa circular cap a una caldera on en el seu interior hi han una sèrie de tubs plens d'aigua que refreden els gasos de 650 °C a uns 300 °C produint un intercanvi de temperatura entre els gasos i l'aigua. L'aigua dels tubs es converteix en vapor i es sotmet a pressions. Aquest vapor fa girar la turbina i mitjançant l'alternador s'obté electricitat. De mitjana, es generen 1.350 KW/h. El consum de la incineradora és menor i per tant poden subministrar energia a la xarxa.

Com a exemple, l'any 2006 es van incinerar 30.267 tones de residus sòlids urbans. Mitjançant la valorització energètica es van produir 7.737.700 kWh dels quals la venda neta d'energia elèctrica va ser de 4.174.960 kWh.

FASE 4 : Tractament de gasos

Una vegada el fum ha circulat per la caldera, es sotmet al tractament de l'electrofiltre on s'eliminen les partícules més grans (generalment cendres). El procés consisteix en carregar electroestàticament les partícules fent-les passar per una zona d'elevada tensió. Una vegada les partícules estan carregades es

fan passar per uns "barrots" carregats amb signe contrari on aquestes queden adherides. Posteriorment es fan vibrar els barrots per fer-les caure en una sitja de residus especials.

Els fums es refreden uns 100 °C més (de 300 a 200 °C) mitjançant aigua de boira. S'hi afegeix hidròxid de calci (per neutralitzar els àcids) i carbó actiu (per adsorbir partícules contaminants).

L'últim tractament al qual es sotmeten els gasos abans de ser emesos a l'atmosfera correspon al filtre de mànegues. El filtre de mànegues són quatre compartiments amb 184 filtres cada un, els quals retenen tant partícules contaminants com hidròxid de calci i el carbó actiu afegits en el tractament anterior. Per retirar aquestes substàncies adherides s'injecta aire a elevada pressió, fent vibrar els filtres per fer caure el producte adherit en una sitja de residu especials.



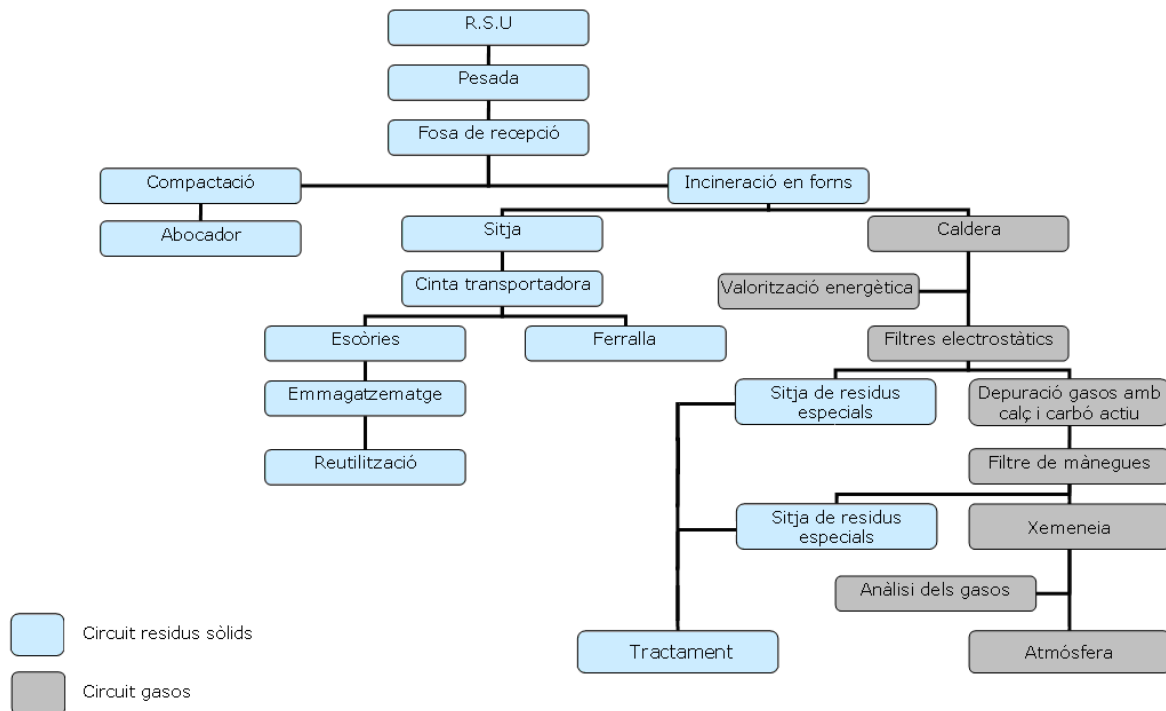
Fotografia del filtre de mànegues (Font: Jordi Bardagí)

Les restes de la sitja (producte residual de l'electrofiltre i del filtre de mànegues) són productes contaminats i han de ser tractats per una empresa especialitzada. La incineradora ho porta en tres empreses diferents per la seva correcta gestió.

Finalment el gasos són conduïts cap a la xemeneia, on abans de la seva emissió a l'atmosfera es mesuren en continu les diferents concentracions dels contaminants emesos.

La figura 16 mostra de forma esquemàtica el funcionament de la incineradora i el recorregut que realitzen tant els residus sòlids com els gasos al llarg del procés d'incineració.

Figura 16: Esquema de funcionament de la planta incineradora de residus sòlids urbans de Campdorà (2008)



Font: Elaboració pròpia

6.3.2 Adaptacions de la incineradora a la normativa vigent

Fins l'any 1994, any en que Catalunya aprova el Decret 323/1994, l'incineradora de Campdorà només estava sotmesa al compliment de la llei estatal del 1975, la qual només limitava les emissions de partícules en suspensió. Per aquest motiu, des de la posada en marxa de la incineradora l'any 1984, aquesta ja estava dotada amb aparells de mesura i filtres electrostàtics per captar les partícules flotants i assegurar-se així el compliment de la llei del 1975. Aquesta llei limitava l'emissió de partícules en suspensió a 150 mg/Nm³. Fins l'any 1997, les emissions de partícules en suspensió produïdes per la incineradora oscil·laven entre 90 i 100 mg/Nm³ (Taula 10).

A partir de l'any 1994 i amb un plaç de fins el desembre del 2000, la incineradora de Campdorà va realitzar modificacions tant en les tecnologies de tractament dels gasos com en els aparells de mesura per tal d'adherir-se al Decret 323/1994. Referent a la valorització energètica, la incineradora compta des de l'any 1990, amb sistemes de recuperació d'energia.

Pel que fa als aparells de mesura, des de l'any 1996 la incineradora mesura les emissions de monòxid de carboni (CO). A partir de l'any 1998 s'introdueixen

aparells per mesurar tant òxids de nitrogen (NO_x) com clorur d'hidrogen (HCl) i diòxid de sofre (SO_2).

L'any 1997, la incineradora va introduir pel tractament de gasos el filtre de mànegues, aconseguint una reducció substancial en l'emissió de les partícules en suspensió totals (Taula 10).

En la Taula 11 es mostren les emissions mitjanes de gasos mesurades en el període 1993-2000, així com la disminució en l'emissió de partícules en suspensió que va representar l'instal·lació del filtre de mànegues l'any 1997.

Taula 11: Emissions produïdes per la incineradora als anys 1993, 1996, 1998, 1999, 2000					
Contaminant	Emissions atmosfèriques				
	Any 1993	Any 1996	Any 1998	Any 1999	Any 2000
Partícules en suspensió totals (PST)	94 mg/Nm ³	99 mg/Nm ³	25 mg/Nm ³	28 mg/Nm ³	20 mg/Nm ³
Monòxid de carboni (CO)		27,7 mg/Nm ³	16,5 ppm	40 ppm	30 ppm
Diòxid de Nitrogen (NO_2) (recomanat)			282 ppm	270 ppm	205 ppm
Clorur d'hidrogen (HCl)			742 mg/Nm ³	810 mg/Nm ³	750 mg/Nm ³
Diòxid de sofre (SO_2)			43,7 mg/Nm ³		

Font: Dades cedides per l'empresa Trargisa.

* Valors referits a unes condicions de temperatura = 273 °K, P = 101,3 kPa, 11 % d'oxigen i gas sec i tenint en compte els valors mitjans semihoraris.

L'emissió del diòxid de sofre només va ser mesurada l'any 1998.

A partir del desembre del 2000, on el compliment del Decret 323/1994 ja era obligatori, la incineradora es dota amb més instruments de mesura per tal de mesurar les emissions dels diferents contaminants, així com es comença a realitzar la depuració de gasos amb hidròxid de calci i carbó actiu per tal de complir amb els valors límit establerts pel decret.

En la taula 12 es mostren els nous paràmetres mesurats i les emissions produïdes l'any 2001 i 2002. Així mateix, es pot comparar el valor obtingut de l'emissió d'un determinat contaminant amb el límit d'emissió que marca el Decret 323/1994.

Referent al límit de les dioxines i furans, aquest no està sotmès al compliment fins al 28 de desembre de 2005.

Taula 12: Emissions produïdes per la incineradora als anys 2001 i 2002

Contaminants	Emissions atmosfèriques			
	Unitats	Límit emissió	Any 2001	Any 2002
Partícules totals	mg/Nm ³	30	2,3	3
Monòxid de carboni (CO)	mg/Nm ³	100	6	16
Òxid de Nitrogen NO ₂ (recomanat)	ppm NO ₂	300	230	233,5
HCl	mg/Nm ³	50	18	15,65
HF	mg/Nm ³	2	0,3	< 0,1
COT	mg/Nm ³	20	9,8	2,6
SO ₂	mg/Nm ³	300	12,4	24,3
Metalls				
Pb	mg/Nm ³		0,08	<0,05
Cr	mg/Nm ³		<0,01	<0,03
Cu	mg/Nm ³		0,01	0,056
Mn	mg/Nm ³		1,2	<0,23
Ni	mg/Nm ³		<0,01	<0,03
As	mg/Nm ³		<0,001	<0,1
Cd	mg/Nm ³		<0,001	<0,006
Hg	mg/Nm ³		<0,001	<0,01
Pb+Cr+Cu+Mn	mg/Nm ³	5	1,3	0,276
Ni+As	mg/Nm ³	1	<0,01	<0,143
Cd+Hg	mg/Nm ³	0,2	<0,001	<0,012
Dioxines i furans				
TOTAL PCDD/PCDF I-TEQ	ng/Nm ³	0,1	0,015	0,0185

Font: Dades cedides per l'empresa Trargisa.

* Valors referits a unes condicions de temperatura = 273 °K, P = 101,3 kPa, 11 % d'oxigen i gas sec i tenint en compte els valors mitjans semihoràris.

Nota: < significa que la mesura de l'element està per sota dels nivells de detecció dels aparells utilitzats, i que per tant el seu valor està molt per sota dels límits establerts per l'actual legislació.

Comparant els valors de la taula 10 i 11, s'observa com la depuració de gasos amb hidròxid de calci i carbó actiu provoca una disminució substancial de l'emissió de partícules i de clorur d'hidrogen, fent disminuir també l'emissió de la resta de contaminants.

En el taula 13 es mostra les emissions mitjanes de gasos durant el període 2003-2005 i els corresponents límit d'emissió legiscats. Pel diòxid de nitrogen, es mostra el nou límit establert per la Directiva 2000/76, tot i que es dona un plaç de fins al 28 de desembre de 2005 pel compliment d'aquest nou límit.

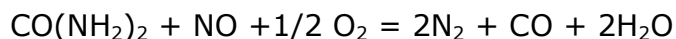
Taula 13: Emissions produïdes per la incineradora als anys 2003, 2004 i 2005					
Emissions atmosfèriques					
Contaminant	Unitats	Límit emissió	Any 2003	Any 2004	Any 2005
Partícules totals	mg/Nm ³	30	<8,5	<14,3	13,8
Monòxid de carboni (CO)	mg/Nm ³	100	2,47	45,8	<26,66
Diòxid de Nitrogen NO _x	mg/Nm ³	400	498,15	415,46	264
HCl	mg/Nm ³	50	<10,23	<15,6	<14,9
HF	mg/Nm ³	2	<0,26	0,8	<0,38
COT	mg/Nm ³	20	4,1	3,4	3,033
SO ₂	mg/Nm ³	300	<17,90	<61,2	<93,066
Metalls					
Pb	mg/Nm ³		<0,063	<0,058	<0,413
Cr	mg/Nm ³		<0,030	<0,39	<0,191
Cu	mg/Nm ³		<0,029	<0,03	<0,158
Mn	mg/Nm ³		<0,032	<0,095	<0,481
Ni	mg/Nm ³		<0,036	<0,039	<0,191
As	mg/Nm ³		<0,049	<0,021	<0,137
Cd	mg/Nm ³		<0,008	<0,008	<0,038
Hg	mg/Nm ³		<0,009	<0,015	<0,020
Pb+Cr+Cu+Mn	mg/Nm ³	5	<0,070	<0,096	<1,13
Ni+As	mg/Nm ³	1	<0,071	<0,35	<0,329
Cd+Hg	mg/Nm ³	0,2	<0,014	<0,020	<0,059
Dioxines i Furans					
Total PCDD/PCDF I-TEQ	ng/Nm ³	0,1	0,009	0,073	0,016

Font: Dades cedides per l'empresa Trargisa.

* Valors referits a unes condicions de temperatura = 273 °K, P = 101,3 kPa, 11 % d'oxigen i gas sec i tintant en compte els valors mitjans semihoraris..

Nota: < significa que la mesura de l'element està per sota dels nivells de detecció dels aparells utilitzats, i que per tant el seu valor està molt per sota dels límits establerts per l'actual legislació.

Per complir amb el nou límit d'emissió referent al diòxid de nitrogen, a partir del 2004 la incineradora de Campdorà realitza el procés de reducció selectiva no catalítica (SNCR) del diòxid de nitrogen. Aquest procés requereix altes temperatures (900 °C - 1050 °C) i consisteix en introduir urea líquida (NH₂) al 45% en la cambra de combustió. Tot i que es produeixen reaccions intermèdies, la reacció de reducció principal que té lloc en la cambra de combustió és:



Segons la reacció anterior, s'aconsegueix reduir el monòxid de nitrogen a nitrogen gas, un gas molt menys problemàtic per la salut. Cal esmentar que en aquesta reducció dels òxids de nitrogen es produeix un augment del monòxid de carboni. És per aquest motiu que en la taula 13, en els anys 2004 i 2005, s'observen variacions importants en les emissions de diòxid de nitrogen i monòxid de carboni. Aquestes variacions són degudes a que durant aquests dos anys, la incineradora de Campdorà realitza variacions en les condicions del procés per tal d'aconseguir un rendiment òptim.

Tot i que en la taula 13 s'observa un augment en les emissions de diòxid de sofre, aquest augment no es pot considerar significatiu ja que aquests valors d'emissió no representen el valor real emès.

Finalment, la taula 14 mostra l'emissió produïda durant els anys 2006 i 2007. Es mostren els nous límits d'emissió vigents establerts per la Directiva 2000/76, així com la disminució de l'emissió dels òxids de nitrogen produït per la injecció d'urea durant la incineració en comparació amb les taules anteriors.

Taula 14: Emissions de la incineradora de Campdorà als anys 2006 i 2007				
Contaminant	Emissions atmosfèriques			
	Unitats	Límit emissió	Any 2006	Any 2007
Partícules totals	mg/Nm ³	30	3,5	5,53
Monòxid de carboni (CO)	mg/Nm ³	100	7	34,35
Diòxid de Nitrogen NO ₂	mg/Nm ³	400	150	299,87
HCl	mg/Nm ³	60	9,5	4,48
HF	mg/Nm ³	4	<0,6	0,42
COT	mg/Nm ³	20	7,5	3,13
SO ₂	mg/Nm ³	200	36	14,43
Metalls				
Cd + Tl	mg/Nm ³	0,05	<0,008	0,011
Sb+As+Pb+Cr total+Co+Cu+Mn+Ni+V	mg/Nm ³	0,5	0,016	0,032
Hg	mg/Nm ³	0,05	<0,005	0,004
Dioxines i Furans				
Dioxines (PCDD) i Furans (PCDF)	ng/Nm ³	0,1	0,018	0,0031

Font: Dades cedides per l'empresa Trargisa.

* Valors referits a unes condicions de temperatura = 273 °K, P = 101,3 kPa, 11 % d'oxigen i gas sec tinguent en compte el 100 % dels valors mitjans semihoraris.

Nota: < significa que la mesura de l'element està per sota dels nivells de detecció dels aparells utilitzats, i que per tant el seu valor està molt per sota dels límits establerts per l'actual legislació.

Comparant les diferents taules presents en aquest apartat, es mostra com la incorporació dels diferents tractaments de depuració de gasos han representat la reducció dels límits d'emissió produïts per la incineradora de Campdorà. Aquests en tot moment, s'han mantingut per sota dels límits legiscats.

6.4 Simulació de la dispersió atmosfèrica de contaminants

6.4.1 Simuladors de dispersió atmosfèrica de contaminants

Els problemes relacionats amb la contaminació atmosfèrica són difícils de solucionar. Per aquest motiu, en l'etapa de disseny, les enginyeries avaluen cuidadosament el potencial contaminant de determinades concentracions químiques mitjançant models de dispersió atmosfèrica d'aire, els quals prediuen el moviment dels gasos contaminants en tot tipus de situacions: a descàrrega contínua, en estat estacionari, en absència de vent o en moltes altres diverses condicions atmosfèriques. D'aquesta forma, s'avaluen les alternatives dels processos per tal de minimitzar i estimar possibles riscos de salut en les seves comunitats properes

Els models de dispersió atmosfèrica utilitzen tècniques numèriques i matemàtiques per simular els processos físics i químics que afecten als contaminants de l'aire, és a dir, com es dispersen i reaccionen en l'atmosfera.

Basats en l'entrada de dades meteorològiques, topogràfiques, usos del sòl i informació de la font emissora, aquests models caracteritzen la dispersió dels contaminants primaris que són emesos directament a l'atmosfera, i en alguns casos, els contaminants secundaris resultants de reaccions químiques que es produeixen a l'atmosfera.

Tot i que els principals models de dispersió atmosfèrica recomanats per la EPA són l'AERMOD i el CALPUFF, existeixen altres tipus de models com BLP, CALINE3, CAL3QHC/CAL3HCR, CTDMPLUS, OCD, SCIPUFF, ...etc.

L'AERMOD és el model de dispersió atmosfèrica establert per la EPA per a la realització de la simulació de la dispersió atmosfèrica a escala local. En canvi, es recomana l'utilització del model CALPUFF per a la realització de simulacions de dispersió atmosfèrica a escala regional.

En el cas d'Espanya, el model AERMOD no acaba d'estar implantat. Degut a la dificultat de l'obtenció del gran nombre de paràmetres que requereix, i amb el format i unitats corresponents, les enginyeries i consultories espanyoles utilitzen altres models de dispersió com el CALPUFF.

6.4.1.1 El simulador de dispersió atmosfèrica CALPUFF VIEW

El model CALPUFF és un model de dispersió lagrangiana que es basa en plomalls no estacionaris per a múltiples contaminants. Aquest, usa multicapes per simular els efectes de les condicions meteorològiques al transport, dispersió i eliminació de contaminants, tenint en compte que aquestes condicions són variables al llarg del temps i de l'espai. Aquest model es pot usar per a grans àmbits de modelització tenint en compte el transport de contaminants al llarg de desenes o centenars de quilometres (Font: EPA-454/R-98-010)

El sistema de modelització està format per tres components: CALMET, model de diagnosi meteorològic en tres dimensions que accepta camps de vent preprocessats i mapes digitals d'elevació de terreny; el CALPUFF, que modelitza la dispersió de contaminants; i el CALPOST, postprocessador pel tractament dels resultats generats pel CALPUFF.

Es recomana la utilització del model CALPUFF per a la simulació de la dispersió atmosfèrica de contaminants a grans distàncies (àmbit regional). En canvi, per a distàncies curtes (àmbit local), el model AERMOD presenta millors resultats.

6.4.1.2 El simulador de dispersió atmosfèrica ISC-AERMOD VIEW

El programa ISC-AERMOD View és un simulador de models de dispersió d'aire que analitza la concentració i deposició de la contaminació atmosfèrica originada per una o diverses fonts (Font: EPA-454/R-03-002). Algunes de les característiques que presenta són:

- ✓ Capacitat d'especificar objectes com les fonts contaminants, els receptors de concentració i els edificis d'una forma gràfica i senzilla. A més també podem especificar les diferents característiques tècniques relacionades amb aquests objectes.
- ✓ Possibilitat d'importar diferents mapes topogràfics amb multitud de formats extensibles (USGS, DEM, DTM, XYZ, AutoCAD).
- ✓ Capacitat de visualització dels efectes produïts per la topografia del terreny de forma tridimensional com els efectes produïts per possibles edificis situats a prop de la font ("efecte downwash").
- ✓ Preparació del conjunt de dades meteorològiques pas a pas a través del subprograma AERMET i RAMMET. Creació de multitud d'aspectes meteorològics com la rosa dels vents, anàlisi per freqüència de vent,...etc.

El programa incorpora els següents models de referència internacional, tots ells usats per l'EPA (Environmental Protection Agency):

1. ISCST3 (Industrial Source Complex - Short Term version 3)
2. ISC-PRIME (Plume Rise Model Enhancements)
3. AERMOD (AMS/EPA Regulatory Model)

ISCST3 és el model de dispersió atmosfèrica de contaminants que es basa en el model estacionari gaussià. S'utilitza per valorar les concentracions dels contaminants i/o fluxos de deposició d'una gran varietat de fonts associades a un complex industrial (Font: EPA-454/R-03-002). Algunes de les seves principals característiques són:

- ✓ Modelització i simulació de contaminants primaris i alliberacions contínues de contaminants tòxics i residus perillosos.
- ✓ Incorporació dels efectes associats a la deposició seca i deposició humida.
- ✓ Utilització de dades meteorològiques per determinar les condicions atmosfèriques que poden afectar a la dispersió dels diferents contaminants.

ISC-PRIME és el model de dispersió atmosfèrica de contaminants associat a les dos principals característiques del efecte produït per els edificis del voltant de la font: l'augment dels coeficients de dispersió degut a les turbulències que augmenten el plomall de la font i la possible reducció del plomall degut a la combinació de corrents naturals descendents (Font: EPA-454/R-03-002). A més incorpora tot el seguit d'opcions del model citat anteriorment, el model ISCST3.

AERMOD és el model de dispersió que va ser adoptat com a programa suport de l'Agència de Protecció Ambiental (EPA) per a modelar la dispersió atmosfèrica a escala local a partir del 2005, en substitució del ISCST3. El model AERMOD es un model de plomall en règim estacionari. Aquest considera que la distribució de concentracions és gaussiana, tant en el pla vertical com horitzontal de la capa límit estable de l'atmosfera. En canvi, en la capa límit convectiva, considera que la distribució de les concentracions del pla horitzontal és gaussiana, i en pla vertical considera aquesta distribució com una funció de densitat de probabilitat bi-gaussiana (Font: EPA-454/R-03-004).

El sistema de modelització consisteix en l'AERMET, preprocessador meteorològic que proporciona al model AERMOD la informació necessària per caracteritzar l'estat de l'atmosfera i l'estructura vertical de la capa límit planetària, i l'AERMOD, on a partir de les dades meteorològiques preprocessades, el processament del terreny, la generació de malles de receptors d'immissió, i les característiques de la font d'emissió, es calculen les concentracions de contaminants per a cada punt receptor. Finalment, les

diferents concentracions es poden observar mitjançant mapes d'isolínies on es mostren els diferents nivells d'immissió de la zona d'estudi expressats en $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tot i la dificultat d'obtenció de tots els paràmetres requerits pel model AERMOD, s'han aconseguit els paràmetres necessaris per realitzar la simulació de la contaminació atmosfèrica de contaminants de la incineradora de Campdorà

6.4.2 La simulació de la dispersió atmosfèrica dels contaminants emesos per la incineradora de Campdorà mitjançant el model AERMOD

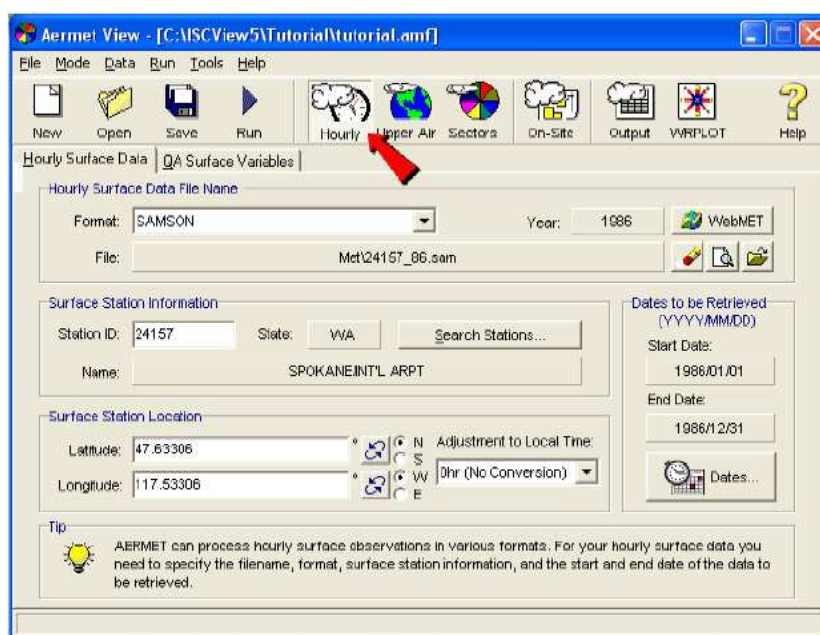
6.4.2.1 AERMET. El preprocessament de dades meteorològiques

Pel preprocessament de dades meteorològiques, l'AERMET requereix determinats paràmetres meteorològics per tal de crear els arxius requerits per la simulació amb el model AERMOD. Aquests són: dades meteorològiques en superfície, dades meteorològiques en alçada, i sectors de direcció del vent associats als usos del sòl.

6.4.2.1.1 Dades meteorològiques en superfície

La figura 17 mostra la pantalla principal del preprocessador AERMET corresponent a les dades en superfície.

Figura 17: Pantalla d'inici del preprocessador AERMET



Font: Elaboració pròpia (2008)

En aquest apartat s'ha introduït l'arxiu meteorològic que conté els paràmetres meteorològics referents a la incineradora de Campdorà.

Amb el programa Microsoft Excel s'ha creat un arxiu que conté tots els paràmetres meteorològics del període 2001-2007, i posteriorment mitjançant l'AERMET s'ha transformat en un arxiu .SAM (format d'arxiu requerit pel programa). S'ha considerat aquest període d'estudi meteorològic degut a que és el període meteorològic més extens i complet obtingut referent a les dades meteorològiques en superfície requerides.

Per tal de crear aquest arxiu SAM, els paràmetres que considera imprescindibles pel tractament de dades en superfície són:

- ✓ Hora, dia i any.
- ✓ Cobertura dels núvols (en desens).
- ✓ Temperatura (°C).
- ✓ Humitat relativa (%).
- ✓ Pressió atmosfèrica (mb).
- ✓ Direcció del vent (°).
- ✓ Velocitat del vent (m/s).
- ✓ Altura dels núvols (m).
- ✓ Precipitació (mm).
- ✓ Radiació solar (Wh/m²).

Les dades meteorològiques en superfície s'han extret d'una estació situada al poble de Celrà, de l'aeroport de Girona Costa Brava situat a Vilobí d'Onyar, i de la Universitat de Girona.

El preprocessador AERMET requereix per cada dia 24 valors (valors horaris). Les dades meteorològiques obtingudes per aquest estudi corresponen majoritàriament a mitjanes diàries. Pel cas de la precipitació, al disposar de la precipitació total diària, s'ha repartit el valor en tres intervals horaris.

Finalment, s'ha aconseguit un arxiu Excel amb totes les dades meteorològiques en superfície corresponents al període 2001-2007 amb unes dimensions de 13 columnes per 61.344 files donant lloc a un total de 797.472 valors processats.

Prèviament a la transformació de l'arxiu Excel a SAM, s'ha introduït l'altitud (59 m.), latitud (42° 1' 9.0"), longitud (2° 52' 9.0") i zona horària de l'estació meteorològica (GMT Universal).

Finalment, s'ha realitzat la conversió de l'arxiu Excel a SAM aconseguint obtenir el format adequat pel preprocessor meteorològic AERMET.

Per simulacions localitzades als Estats Units (USA) i Canadà, l'AERMET ofereix la possibilitat de descarregar directament l'arxiu SAM que conté les dades meteorològiques de les diferents estacions connectades al servei webMET. Aquesta opció no ha estat viable per aquest estudi ja que per Espanya no existeix aquest servei meteorològic.

6.4.2.1.2 Dades meteorològiques en alçada

Referent a les dades meteorològiques en alçada, l'AERMET ofereix la possibilitat de crear els propis arxius, descarregar les dades a través del WebMET (opció no viable a Espanya) o bé estimar les dades en alçada en funció de les dades anteriorment establertes de superfície.

En aquest estudi, degut a la impossibilitat d'obtenir les dades meteorològiques en alçada d'algun punt proper a la incineradora i en el format requerit (format UA), s'ha optat per estimar les dades meteorològiques en alçada en funció de les dades meteorològiques de superfície.

En la figura 18 es mostra la pantalla referent al tractament de les dades meteorològiques en alçada.

Figura 18: Pantalla referent al tractament de les dades meteorològiques en alçada



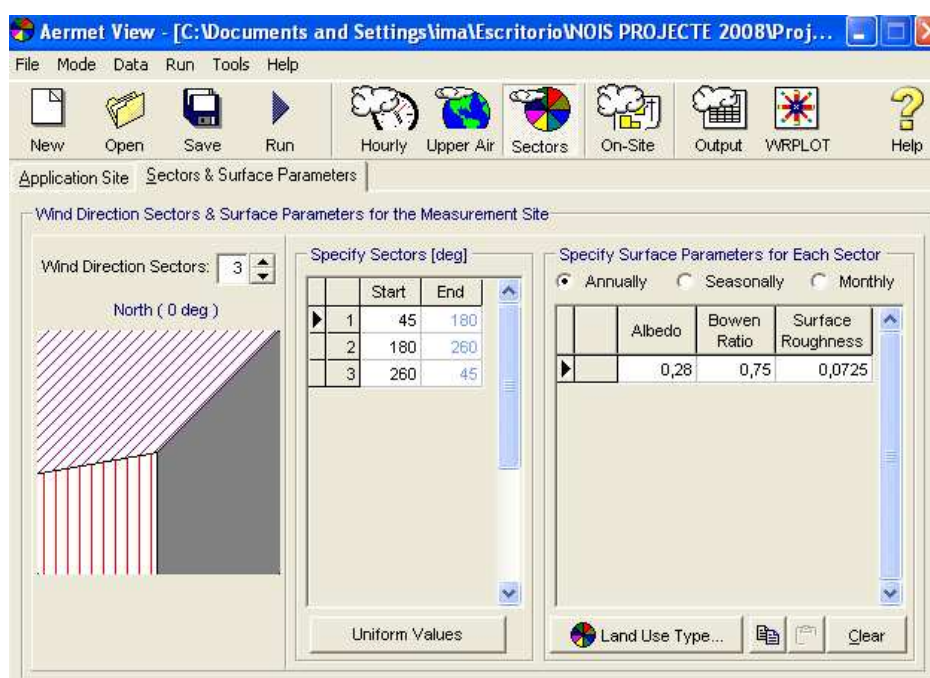
Font: Elaboració pròpia (2008)

6.4.2.1.3 Sectors de direcció del vent associats als usos del sòl

Finalment, en la darrera pantalla (Figura 19) del component AERMET, es requereix determinar els diferents sectors de direcció del vent associats als usos del sòl del voltant del punt d'emissió (Incineradora de Campdorà), on es determina per opcions ja establertes el valor d'albedo, el radi de Bowen i la rugositat del terreny.

Aquestes característiques de la superfície del terreny són requerides per l'AERMET per construir els perfils dels paràmetres de la capa límit planetària.

Figura 19: Pantalla corresponent als sectors de direcció del vent associats als usos del sòl



Font: Elaboració pròpia (2008)

La taula 15, mostra els diferents sectors de direcció del vent en funció del usos del sòl considerats en el present estudi i els valors d'albedo, radi de Bowen i rugositat del terreny atorgats en cada cas.

Taula 15: Valors d'Albedo, radi de Bowen i rugositat del terreny respecte els usos del sòl dels diferents sectors de direcció del vent

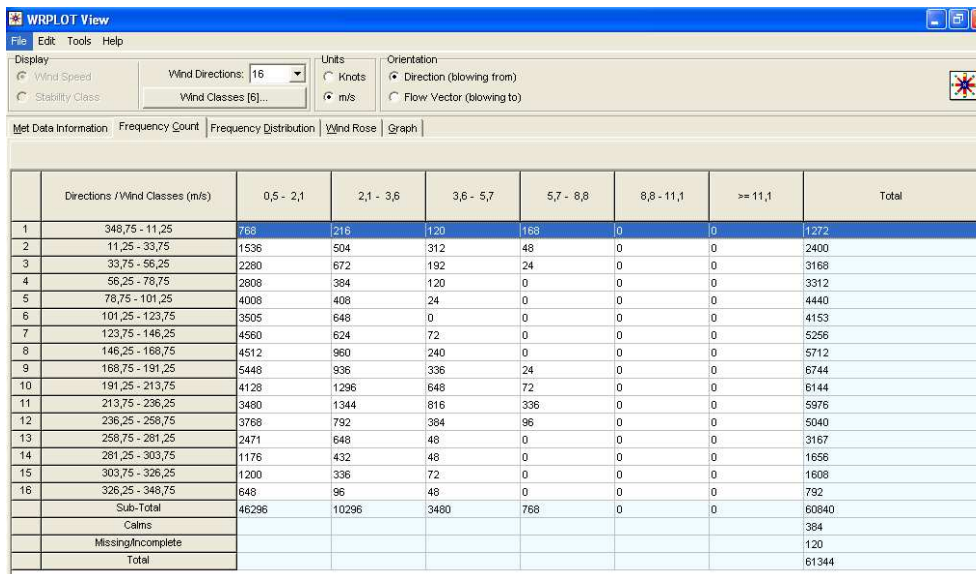
Sectors de direcció del vent	Usos del sòl	Valor d'albedo	Radi de Bowen	Rugositat del terreny
45 ⁰ - 180 ⁰	ZONA AGRÍCOLA	0,28	0,75	0,0725
180 ⁰ - 260 ⁰	ZONA URBANA	0,2075	1,625	1
260 ⁰ - 45 ⁰	BOSC DE CONÍFERES	0,1775	0,825	1,3

Font: Paràmetres atribuïts per l'Aermet.

Establertes totes aquestes opcions, l'AERMET realitza el processament de les dades meteorològiques, obtenint els dos arxius requerits pel model AERMOD per poder realitzar la simulació de la dispersió atmosfèrica dels contaminants.

Les figures 20, 21 i 22 mostren alguns resultats generats per l'AERMET.

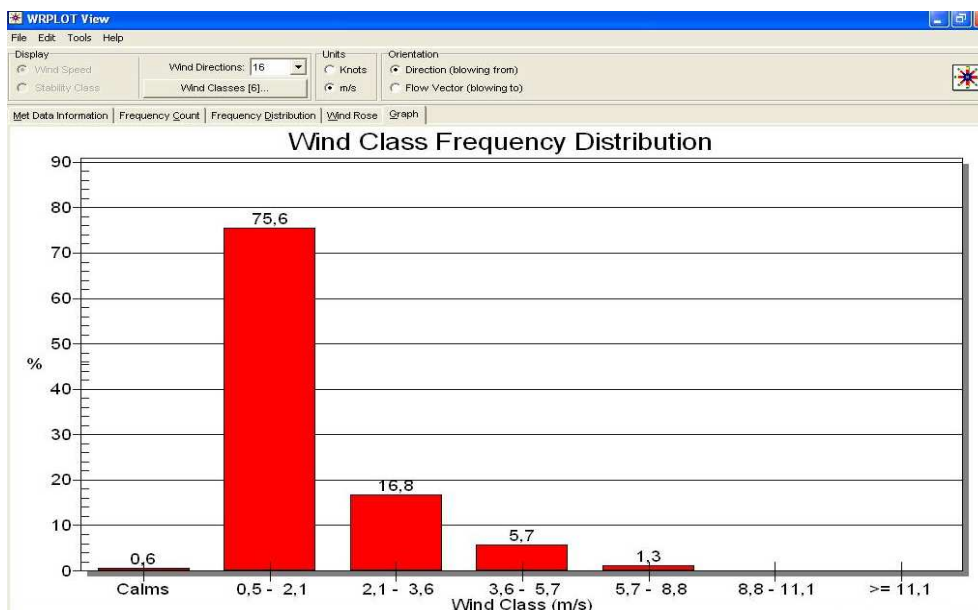
Figura 20: Resum de freqüències de la velocitat del vent en funció de la direcció pel conjunt de dades processades



Directions / Wind Classes (m/s)	0,5 - 2,1	2,1 - 3,6	3,6 - 5,7	5,7 - 8,8	8,8 - 11,1	>= 11,1	Total
1 348,75 - 11,25	768	216	120	168	0	0	1272
2 11,25 - 33,75	1536	504	312	48	0	0	2400
3 33,75 - 56,25	2280	672	192	24	0	0	3168
4 56,25 - 78,75	2808	384	120	0	0	0	3312
5 78,75 - 101,25	4008	408	24	0	0	0	4440
6 101,25 - 123,75	3505	648	0	0	0	0	4153
7 123,75 - 146,25	4560	624	72	0	0	0	5256
8 146,25 - 168,75	4512	960	240	0	0	0	5712
9 168,75 - 191,25	5448	936	336	24	0	0	6744
10 191,25 - 213,75	4128	1296	648	72	0	0	6144
11 213,75 - 236,25	3480	1344	816	336	0	0	5976
12 236,25 - 258,75	3768	792	384	96	0	0	5040
13 258,75 - 281,25	2471	648	48	0	0	0	3167
14 281,25 - 303,75	1176	432	48	0	0	0	1656
15 303,75 - 326,25	1200	336	72	0	0	0	1608
16 326,25 - 348,75	648	96	48	0	0	0	792
Sub-Total	46296	10296	3480	768	0	0	60840
Calms							384
Missing/incomplete							120
Total							61344

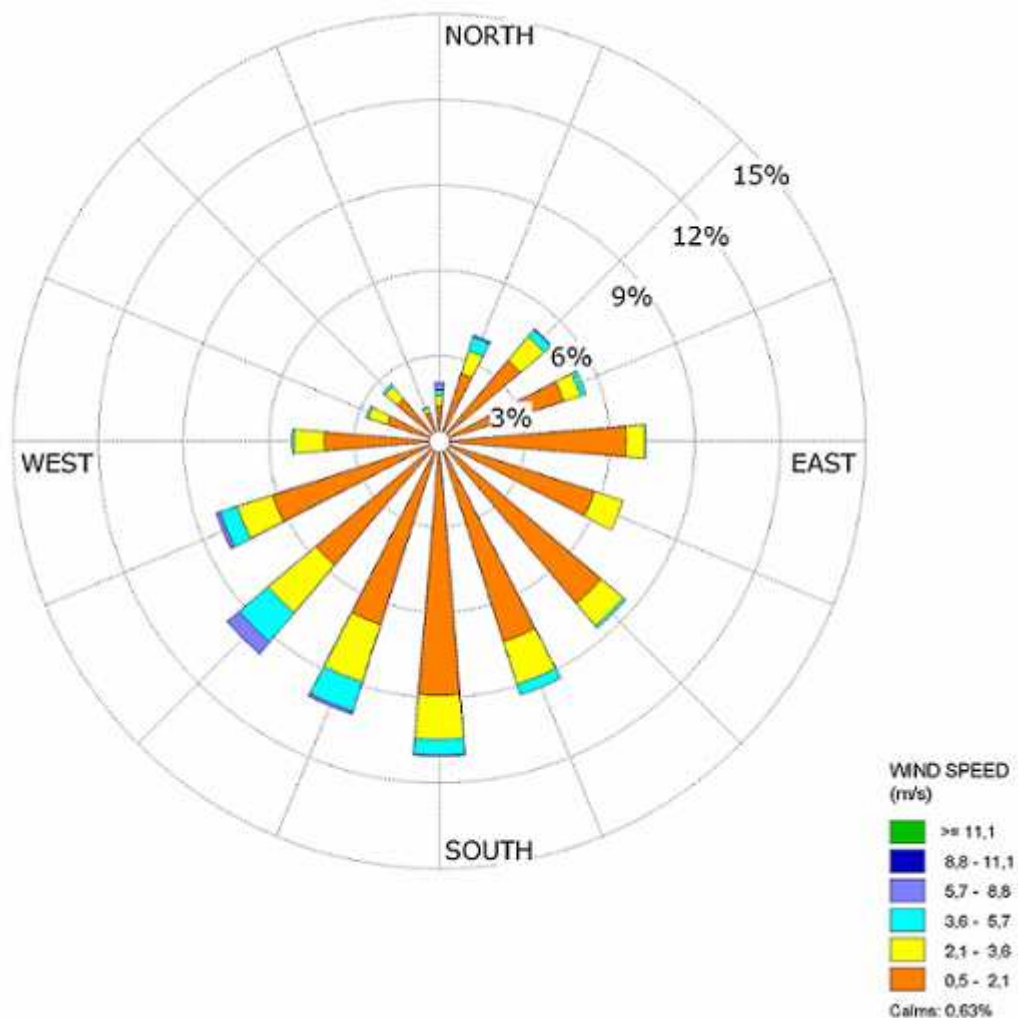
Font: AERMET (2008)

Figura 21: Gràfic de distribució de freqüències segons la direcció i velocitat del vent



Font: AERMET (2008)

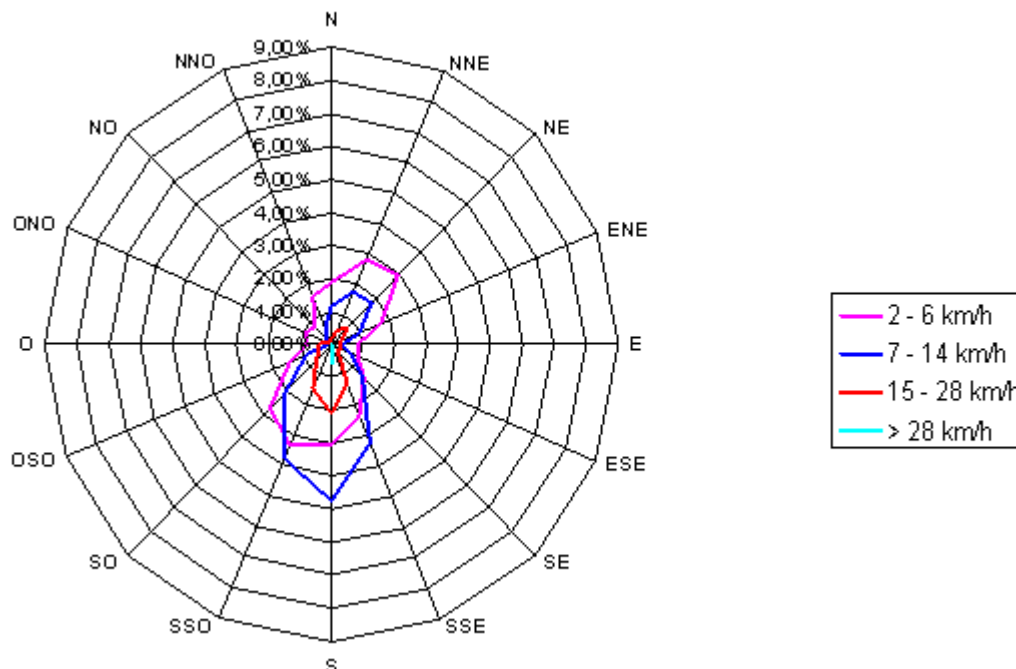
Figura 22: Rosa dels vents de freqüència per direcció. Estació de Celrà (període 2001-2007)



Font: AERMET (2008)

Comparant la rosa dels vents de freqüència per direcció a partir de les dades obtingudes de l'estació meteorològica de Celrà (figura 22) amb la rosa dels vents de freqüència per direcció segones les dades meteorològiques mesurades en l'estació meteorològica (est 2^o49'28"; nord 41^o59'10") de l'Antic Institut de Girona (Figura 23), es mostra com l'orografia del terreny no produeix diferències significatives pel que fa al règim de vents presents. En els dos casos, els vents predominants són de component sud.

Figura 23: Rosa dels vents de freqüència per direcció. Antic Institut de Girona (període 1933-1971)



Font: Elaboració pròpia (2008)

6.4.2.2 AERMOD. Processament de les dades

6.4.2.2.1 Definició de les característiques físiques del terreny.

La primera opció a determinar en el model AERMOD correspon a la definició de les característiques físiques del terreny. En aquest estudi s'han introduït nou mapes topogràfics corresponents a les referències 304-094, 304-095, 304-096, 305-094, 305-095, 305-096, 305-094, 306-095, 306-096 a escala 1:5.000 (Font: Institut Cartogràfic de Catalunya), que engloben una superfície total de 72 km².

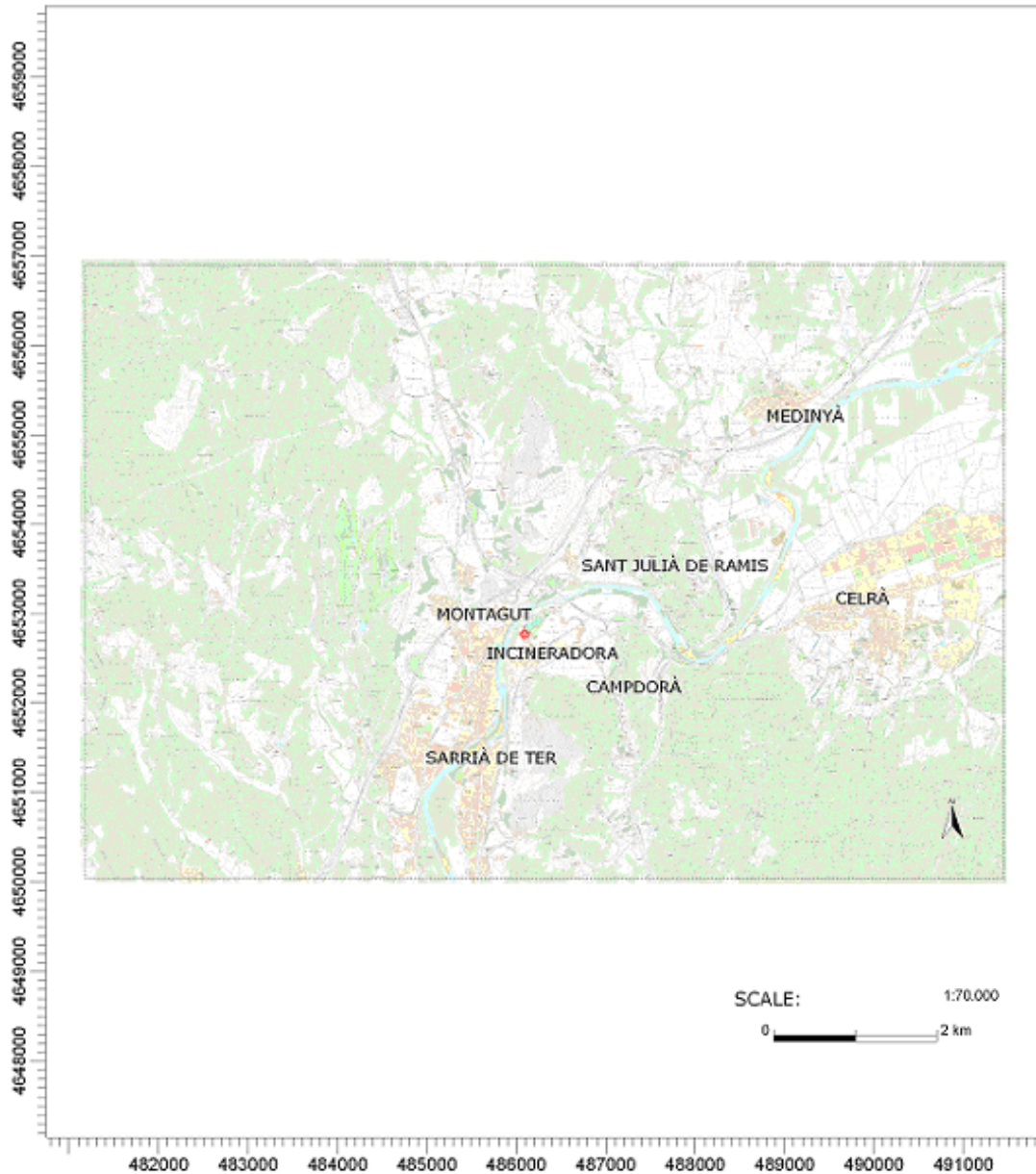
L'AERMOD permet realitzar la simulació de la dispersió atmosfèrica de contaminants considerant el terreny sense relleu, o tenint en compte els efectes que produeix l'orografia en la dispersió atmosfèrica dels contaminants.

En el present estudi, per realitzar la simulació de la dispersió atmosfèrica tenint en compte els efectes de l'orografia del terreny, s'ha incorporat en el model la cartografia digital de la zona en format DEM.

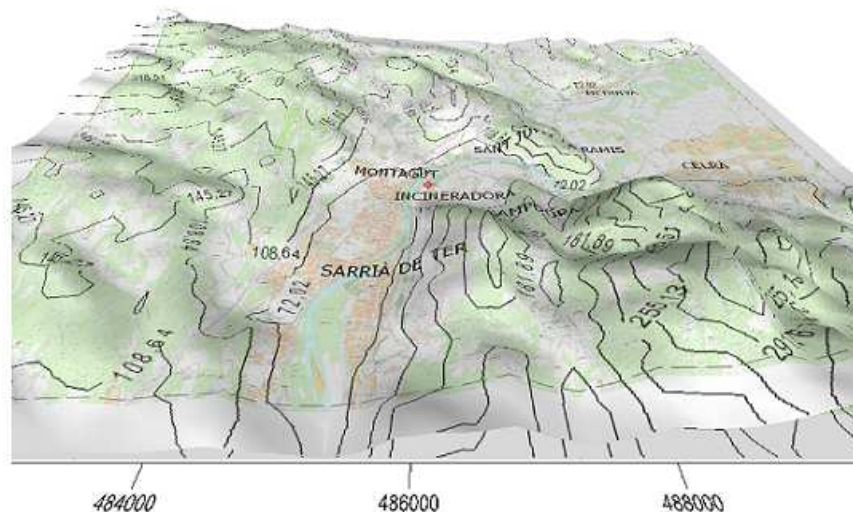
La figura 24 mostra la superfície que delimiten els nou mapes introduïts en el model AERMOD i la situació tant de la incineradora de Campdorà com dels principals nuclis de població (Sant Julià de Ramis, Montagut, Medinyà, Celrà i

Sarrià de Ter). En la figura 25 es mostra la representació en tres dimensions d'aquesta superfície per la millor visualització de l'orografia.

Figura 24: Mapa topogràfic de la zona d'estudi



Font: AERMOD (2008)

Figura 25: Mapa topogràfic en tres dimensions de la zona d'estudi

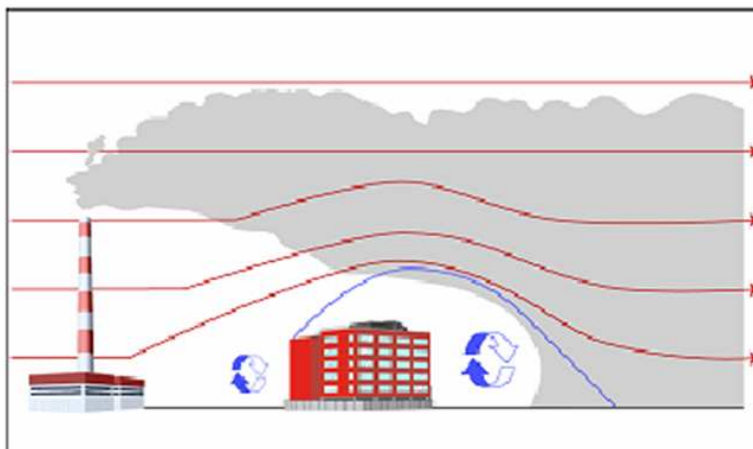
Font: AERMOD (2008)

6.4.2.2.2 Definició d'edificis. L'efecte "building downwash"

En aquesta opció, el model AERMOD permet definir edificis (dimensions, aspectes estètics, etc...) a la zona per poder analitzar l'efecte que produeixen en la dispersió atmosfèrica de contaminants.

La presència d'edificis propers a un focus emissor, pot interferir en la dispersió de contaminants. Per exemple, quan es produeixen vents d'una certa intensitat, al trobar un obstacle com un edifici en la seva direcció, degut a les diferències de pressions que s'originen, es produeix una succió del plomall del focus emissor en la part posterior de l'edifici. En aquesta zona, es poden detectar concentracions d'immissió més elevades que en altres punts propers a l'edifici. Aquest fenomen es coneix com efecte "building downwash". Aquest, està directament relacionat amb la diferència d'alçades entre el focus emissor i l'edifici. Com major és la diferència d'alçades, aquest efecte és de menor intensitat, afavorint la dispersió atmosfèrica de contaminants.

En la figura 26 es mostra una representació esquemàtica de l'efecte "building downwash".

Figura 26: Representació esquemàtica de l'efecte "building downwash"


Font: Air Dispersion Modeling Workshop-Course Notes. Lakes Environmental

Degut a la importància de l'efecte "building downwash", en el present estudi s'han definit en el model AERMOD, les altures reals dels diferents mòduls estructurals de la incineradora de Campdorà.

6.4.2.2.3 Definició de la font emissora

Referent a la font emissora, el model requereix els valors de determinats paràmetres i característiques. En la taula 16 es mostren els paràmetres requerits per l'AERMOD i els valors considerats en aquest estudi.

Taula 16: Paràmetres de la font emissora utilitzats en l'estudi	
Coordenades geogràfiques X (m)	486066,48
Coordenades geogràfiques Y (m)	4652770,77
Altitud (m)	60,2
Altura xemeneia (m)	35
Temperatura sortida gasos (K)	413
Diàmetre interior xemeneia (m)	1,5
Velocitat sortida gasos (m/s)	19
Taxa emissió (g/s)	segons contaminant

Font: Dades cedides per l'empresa Trargisa.

El paràmetre taxa d'emissió, varia segons el contaminant i l'emissió anual mitjana considerada per a la realització de cada simulació. En aquest estudi, s'han utilitzat les majors concentracions mitjanes anuals d'emissió observades per a cada contaminant en els anys compresos entre l'instal·lació de noves tecnologies i tractaments en la incineradora de Campdorà.

Les dades d'emissió obtingudes per aquest estudi són les dades publicades per l'E.C.A (Entitat Col·laboradora de l'Administració). Aquestes són mitjanes anuals semihoràries expressades en mil·ligrams per metre cúbic normal

(mg/Nm³), excepte el diòxid de nitrogen, que fins l'any 2002 s'expressen en ppm (parts per milió).

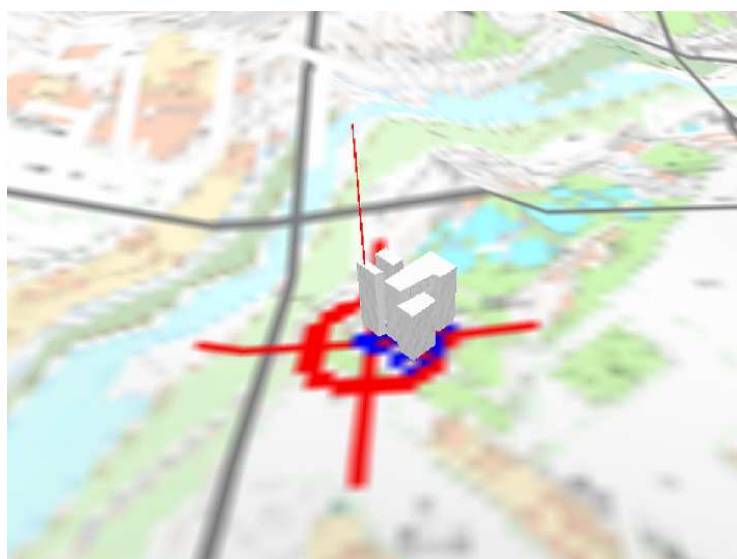
Per calcular la taxa d'emissió de cada contaminant a partir de la seva concentració mitjana anual d'emissió (mg/Nm³), s'ha utilitzat el cabal d'emissió (m³/h) i les hores de funcionament anuals reals de la incineradora de Campdorà (taula 17).

Taula 17: Cabal i hores de funcionament anuals de la incineradora de Campdorà		
Any	Cabal (Nm³/h)	Funcionament (Hores/any)
1996	39.085	6,642
1997	39.085	6,642
1998	37.500	6.763
1999	40.727	6.724
2000	40.500	6.732
2001	40.427	6.732
2002	41.000	6.422
2003	41.000	5.781
2004	40.000	6.123
2005	34.515	7.050
2006	36.989	7.050
2007	38.194	7.050

Font: Dades cedides per l'empresa Trargisa.

La figura 27 mostra la representació en tres dimensions de la incineradora de Campdorà (edifici) i la xemeneia (font emissora).

Figura 27: Representació en tres dimensions de la incineradora



Font: AERMOD (2008)

Introduïdes en el model les dades referents a les característiques físiques del terreny, l'edifici del complex de la incineradora i les característiques específiques de la font puntual, s'ha utilitzat l'opció RUN BPIP. Amb aquesta opció, el model calcula la dispersió atmosfèrica tenint en compte l'efecte que produeix l'edifici en la dispersió (efecte "building downwash").

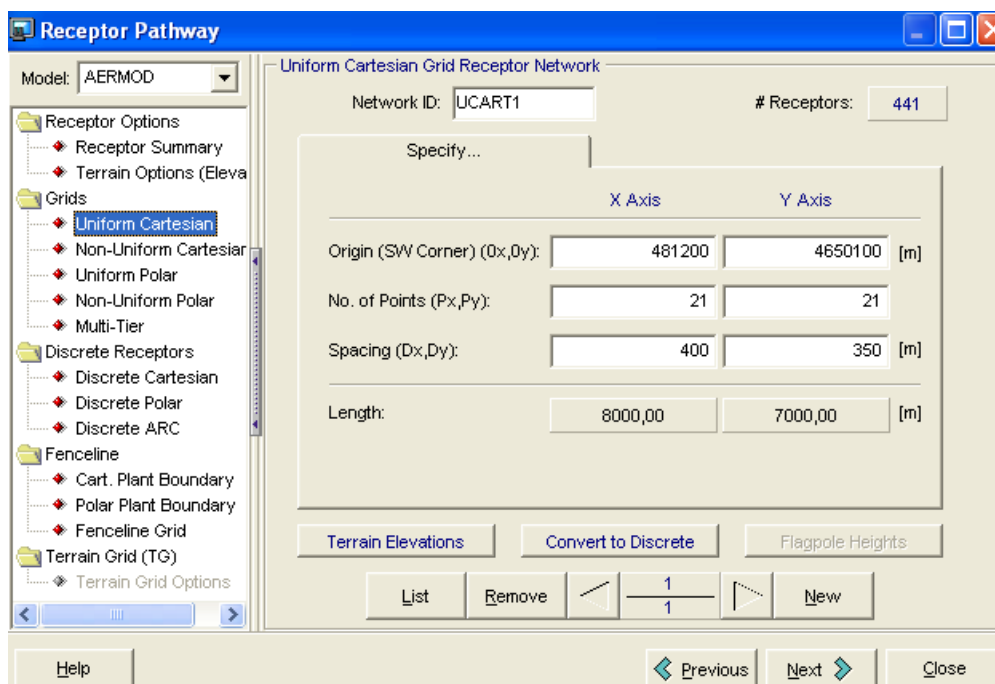
6.4.2.2.4 Definició de la malla de receptors

El model AERMOD requereix l'especificació de la zona que es vol tenir en compte al realitzar la simulació atmosfèrica de contaminants i el nombre de receptors (nombre de punts per els que es calcula la concentració rebuda).

Pel present estudi, s'ha utilitzat una graella rectangular de 21 per 21 punts receptors. Aquests, delimiten quadrats de 400 per 350 metres de costat, delimitant una superfície total (zona d'estudi) de 56 km², al voltant de la font d'emissió puntual (incineradora de Campdorà).

En la figura 28 es mostra la pantalla de l'AERMOD corresponent a la definició de la malla de receptors utilitzada en l'estudi.

Figura 28: Pantalla de definició de la malla de receptors



Font: AERMOD (2008)

6.4.2.2.5 Definició de paràmetres referents al tipus de dispersió

Al realitzar la simulació de la dispersió de cada contaminant, l'AERMOD requereix l'especificació del tipus de contaminant, el tipus de dispersió que es vol considerar (concentració, deposició seca/humida o deposició total) i les mitjanes temporals considerar per la simulació (horari, anual i període).

En el present estudi, els resultats obtinguts en la simulació de la dispersió atmosfèrica dels contaminants, representen les concentracions mitjanes d'immissió del període meteorològic 2001-2007.

6.4.2.2.6 Definició del període meteorològic

Per la definició del període meteorològic, l'AERMOD requereix els dos arxius generats prèviament pel preprocessador AERMET. Aquests dos arxius corresponen a les dades meteorològiques en superfície i en alçada del període meteorològic considerat.

6.4.2.2.7 Definició de la presentació dels resultats

L'AERMOD permet configurar la presentació dels resultats obtinguts en la simulació. Per exemple, permet definir la localització i concentració dels cinquanta punts receptors on s'ha detectat una major concentració d'immissió.

Els resultats de la simulació es mostren gràficament mitjançant mapes d'isolínies que representen els diferents nivells de concentració d'immissió detectats a la zona d'estudi. L'AERMOD permet modificar els aspectes estètics del mapa com per exemple, les tonalitats dels diferents nivells de concentració d'immissió. També presenta l'opció de mostrar el valor de concentració d'immissió detectat en cada punt receptor.

L'opció 3D-VIEW permet la visualització del mapa d'isolínies de concentracions en tres dimensions.

DIAGNOSI DELS RESULTATS

7. DIAGNOSI DELS RESULTATS

En el present estudi s'ha realitzat la simulació de la dispersió atmosfèrica dels principals gasos contaminants emesos per la incineradora de Campdorà: partícules totals en suspensió, clorur d'hidrogen, diòxid de nitrogen, monòxid de carboni i diòxid de sofre. S'ha realitzat la simulació a partir de les dades meteorològiques del període 2001-2007 i les majors emissions mitjanes anuals observades per a cada contaminant en els períodes compresos entre la incorporació de noves tecnologies o tractaments en la incineradora de Campdorà.

Els diferents mapes d'isolínies obtinguts en la simulació de la dispersió atmosfèrica dels principals contaminants emesos per la incineradora de Campdorà, mostren les concentracions mitjanes d'immissió expressades en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ detectades en la zona d'estudi pel conjunt del període meteorològic.

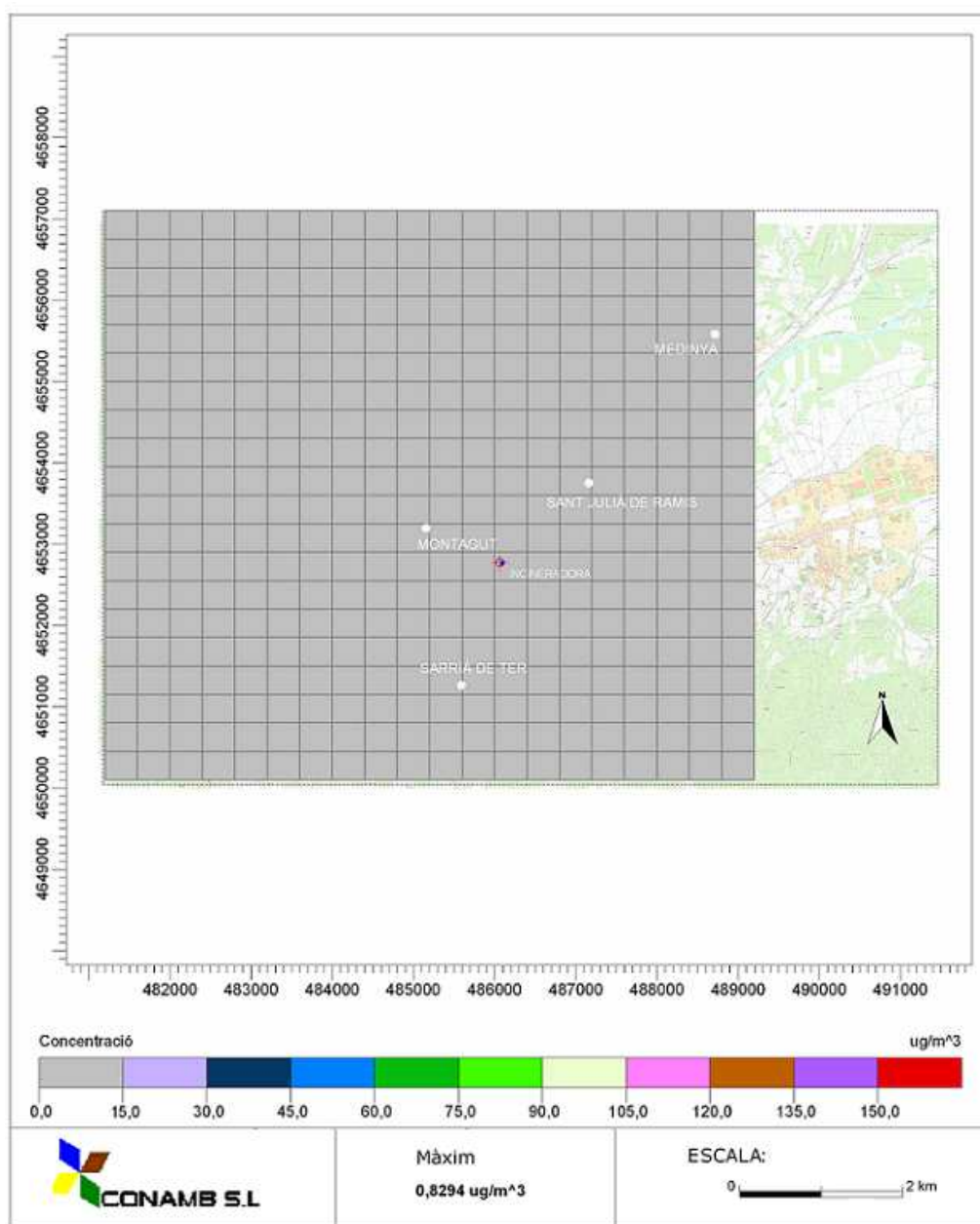
7.1 Evolució dels nivells d'immissió dels contaminants emesos per la incineradora de Campdorà

7.1.1 La dispersió atmosfèrica de les partícules en suspensió totals (PST)

Per observar l'evolució dels nivells d'immissió presents en la zona d'estudi en funció de la incorporació de noves tecnologies o tractaments de gasos a la incineradora de Campdorà, per les partícules en suspensió totals, s'han diferenciat tres períodes.

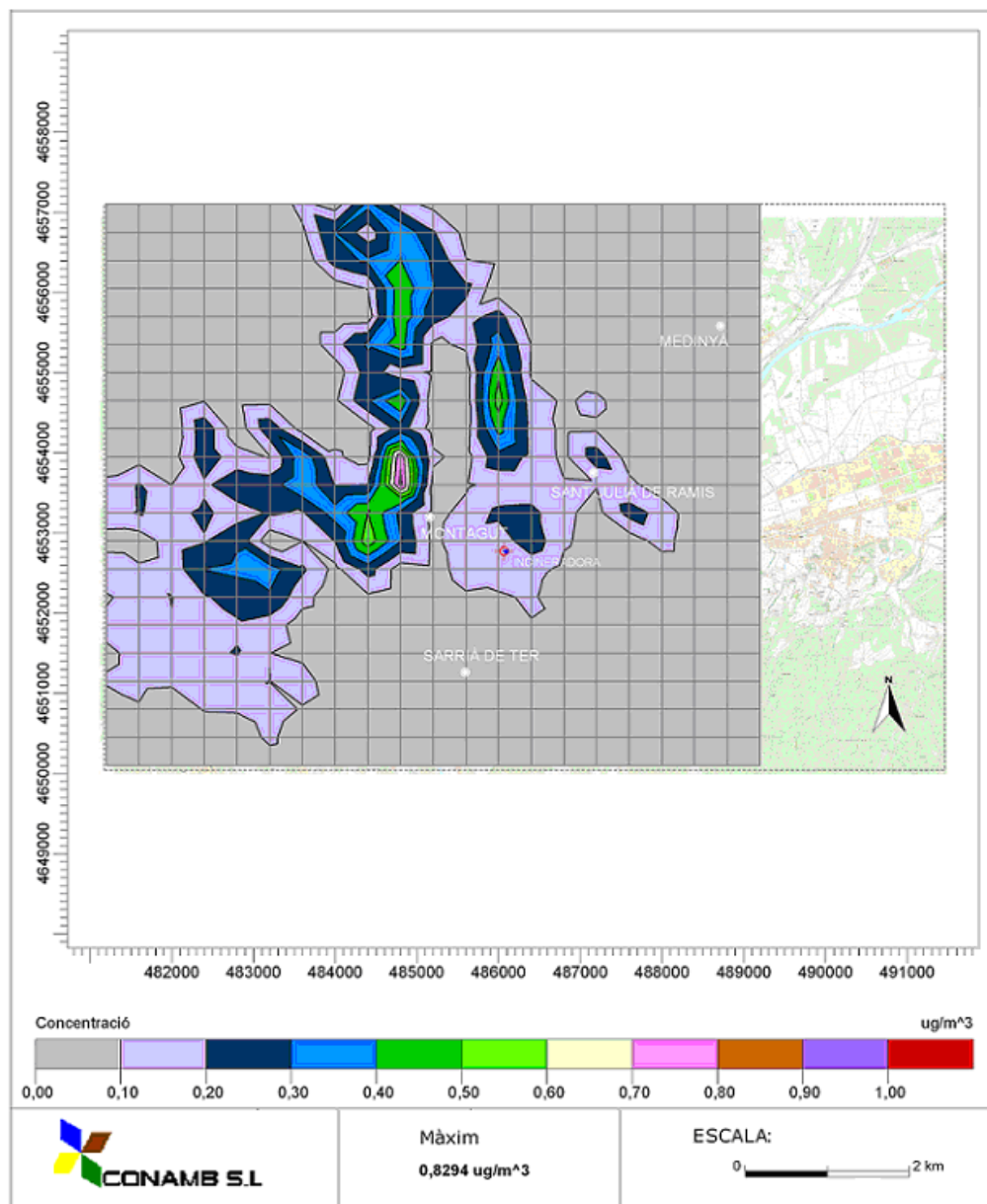
S'ha considerat com a inici del primer període l'any 1984 (any en què es posa en funcionament la incineradora de Campdorà, dotada amb un tractament de gasos, els filtres electrostàtics) fins l'any 1997, any en què la incineradora es dota d'un nou sistema de tractament de gasos, el filtre de mànegues. Dins aquest període de temps, s'ha realitzat la simulació de la dispersió atmosfèrica de les partícules en suspensió totals tenint en compte la taxa d'emissió mitjana de l'any 1996 (1,07 g/s), any en què segons les dades disponibles s'observa la major taxa d'emissió mitjana anual del període.

La figura 29 mostra el mapa de dispersió de les partícules en suspensió totals corresponent a l'any 1996. En la llegenda s'han definit els nivells d'immissió en onze intervals equitatis de $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ cadascun, on l'últim interval representa la superació del límit d'immissió legislat (150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Figura 29: Mapa de dispersió de les PST (Any 1996)


Font: Elaboració pròpia (2008)

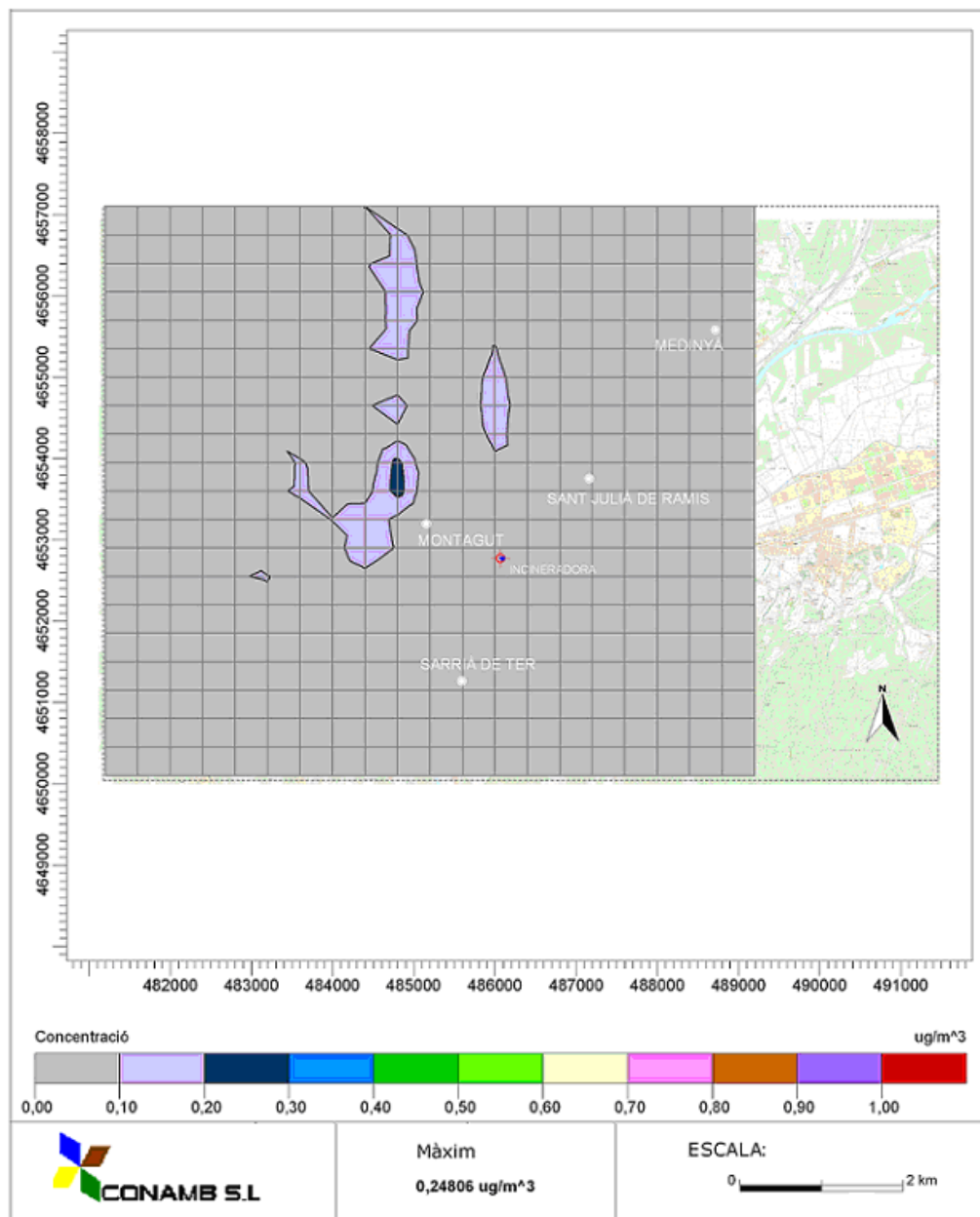
La figura 29 mostra com la major concentració mitjana d'immissió detectada en la zona d'estudi correspon a un valor de $0,8294 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Tenint en compte que el primer interval de la llegenda inclou valors de concentració d'immissió inferiors a $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$, tot el conjunt de la zona d'estudi s'engloba en el primer interval. Per poder visualitzar com es produeix la dispersió atmosfèrica de les partícules en suspensió totals l'any 1996, l'escala de la llegenda s'ha reduït cent cinquanta vegades, definint 11 intervals de $0,10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ cadascun (Figura 30).

Figura 30: Mapa de dispersió de les PST (Any 1996)


Font:Elaboració pròpia (2008)

La figura 30 mostra com la dispersió atmosfèrica predominant es produeix en direcció nord i nord-est, direcció on es localitzen les zones que presenten una major concentració d'immissió.

Com a segon període s'ha considerat des de l'any 1998, any posterior a la instal·lació del tractament de gasos mitjançant el filtre de mànegues, fins l'any 2000, any en què la incineradora de Campdorà incorpora en el seu procés la depuració de gasos mitjançant hidròxid de calci i carbó actiu. Dins aquest segon període, s'ha realitzat la simulació de la dispersió atmosfèrica a partir de la concentració mitjana anual emesa l'any 1999, $28 \text{ mg}/\text{Nm}^3$, representant una taxa d'emissió mitjana anual de $0,32 \text{ g/s}$ (Figura 31).

Figura 31: Mapa de dispersió de les PST (Any 1999)


Font: Elaboració pròpia (2008)

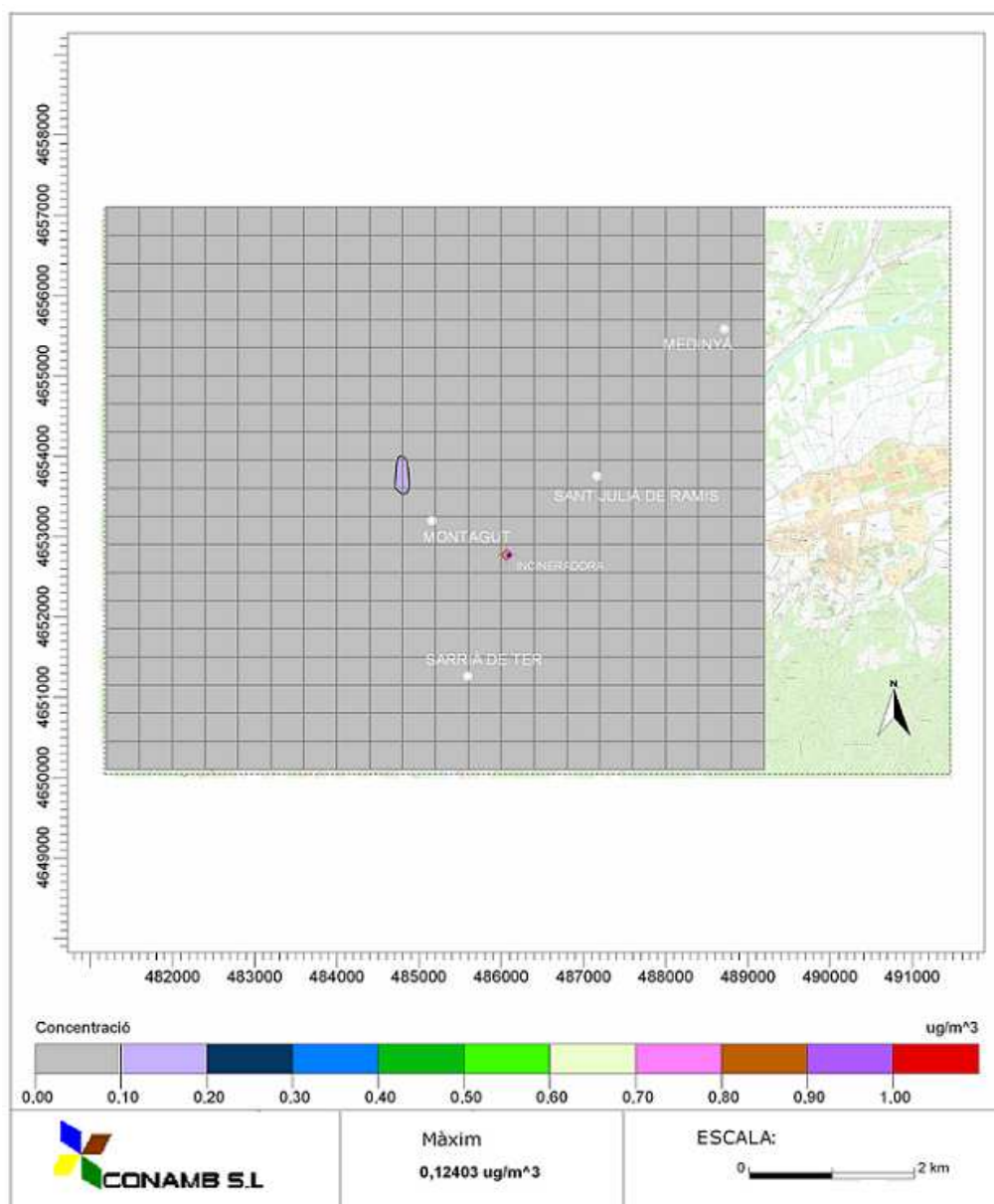
La figura 31 mostra com s'han reduït els diferents nivells d'immissió i com la major concentració mitjana d'immissió detectada correspon a 0,2480 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$.

Segons aquest valor, la incorporació del filtre de mànegues en el tractament de gasos ha representat una reducció de la concentració màxima d'immissió del 70,09 % respecte l'any 1996 (0,8294 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

L'últim període d'estudi que s'ha considerat per les partícules en suspensió totals comença l'any posterior a la incorporació del tractament de depuració de

gasos amb hidròxid de calci i carbó actiu (any 2001) fins l'actualitat (any 2008). Per aquest període, s'ha realitzat la simulació de la dispersió atmosfèrica de les partícules en suspensió totals a partir de la concentració mitjana anual emesa l'any 2004, $14,3 \text{ mg/Nm}^3$, corresponent a una taxa mitjana d'emissió de $0,16 \text{ g/s}$ (Figura 32).

Figura 32: Mapa de dispersió de les PST (Any 2004)



Font: Elaboració pròpia (2008)

La figura 32 mostra com el valor de la màxima concentració d'immissió detectada en la zona d'estudi és $0,1240 \mu\text{g/m}^3$, diferenciant-se únicament dos contorns d'immissió diferents. Respecte la màxima concentració d'immissió detectada l'any 1999 ($0,2480 \mu\text{g/Nm}^3$), aquest valor mostra una reducció del

50 %. Per tant l'incorporació del tractament de depuració de gasos amb hidròxid de calci i carbó actiu ha representat novament una reducció i millora de la qualitat del aire.

Tenint en compte la màxima concentració d'immissió detectada l'any 1996 (0,8294), la incorporació del filtre de mànegues (1997) i el tractament de depuració de gasos amb hidròxid de calci i carbó actiu (2000) ha representat una reducció del 85,05 % respecte la concentració màxima d'immissió detectada l'any 2004 (0,1240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

7.1.2 La dispersió atmosfèrica del Clorur d'hidrogen (HCl)

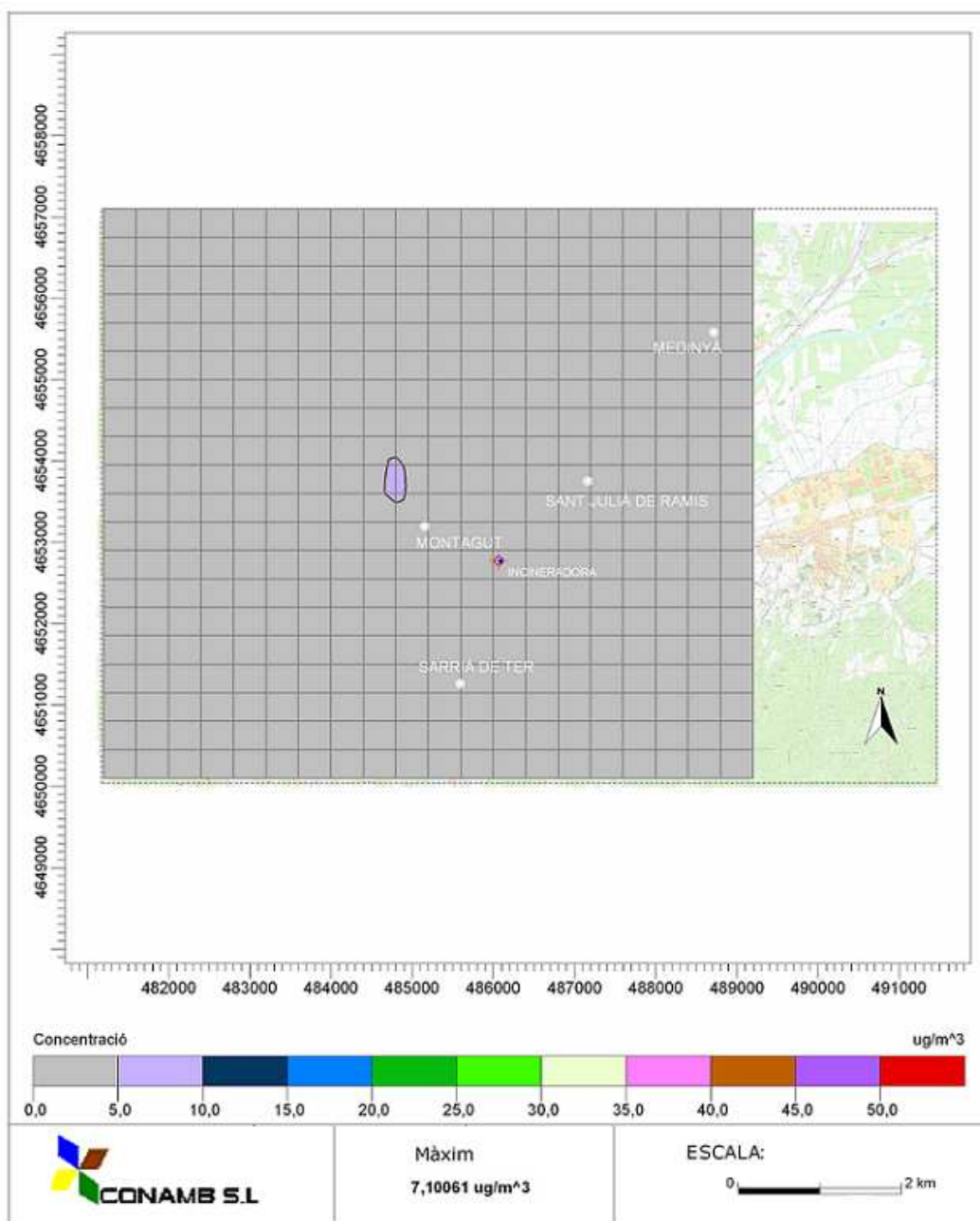
Per l'estudi de l'evolució dels nivells d'immissió del clorur d'hidrogen a la zona, s'han diferenciat dos períodes d'estudi.

L'any 2000, la incineradora de Campdorà va incorporar en el seu funcionament el tractament de depuració de gasos amb hidròxid de calci i carbó actiu. Per aquest motiu, s'ha considerat com a primer període d'estudi els anys anteriors a la incorporació d'aquest nou tractament i com a segon període d'estudi, els anys posteriors a l'incorporació d' aquest.

En termes de qualitat de l'aire, la legislació estableix com a valor límit diari d'immissió pel clorur d'hidrogen, entenent aquest com una mitjana diària, 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Degut a que no existeix un valor límit anual legislat, s'ha optat per utilitzar aquest valor com a referència per avaluar la qualitat de l'aire (immissió) de la zona d'estudi.

La figura 33 mostra la dispersió atmosfèrica experimentada pel clorur d'hidrogen l'any 1999, any corresponent a la major taxa mitjana d'emissió comprès en el primer període. Aquest valor d'emissió correspon a una emissió mitjana anual de 810 mg/Nm^3 , equivalent a una taxa d'emissió mitjana anual de 9,16 g/s.

En la llegenda de la figura 33, s'han definit els nivells d'immissió en onze intervals de 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ cadascun, on l'últim interval representa la superació del límit d'immissió legislat (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

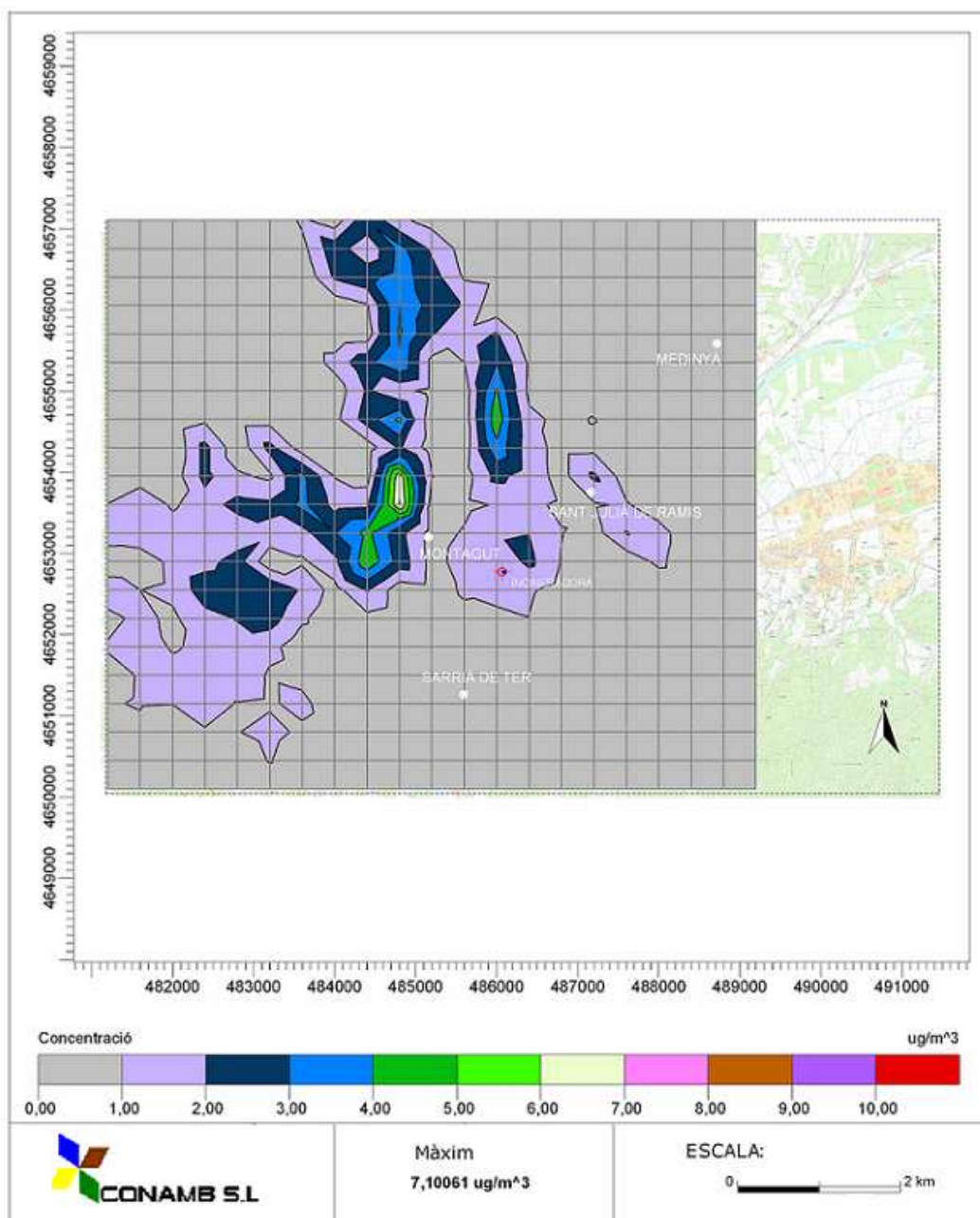
Figura 33: Mapa de dispersió del HCl (Any 1999)


Font:Elaboració pròpia (2008)

La figura 33 mostra com la major concentració mitjana d'immissió detectada correspon a un valor de $7,10061 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Tenint en compte que el primer interval de la llegenda engloba tots els valors inferiors a $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, gairebé totes les concentracions d'immissió de la zona es troben en aquest interval. Només es diferencia una petita zona corresponent al segon interval de la llegenda.

Per mostrar amb més detall com es produeix la dispersió atmosfèrica del clorur d'hidrogen l'any 1999, l'escala de la llegenda s'ha reduït cinc vegades, definint onze intervals d' $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ cadascun (figura 34).

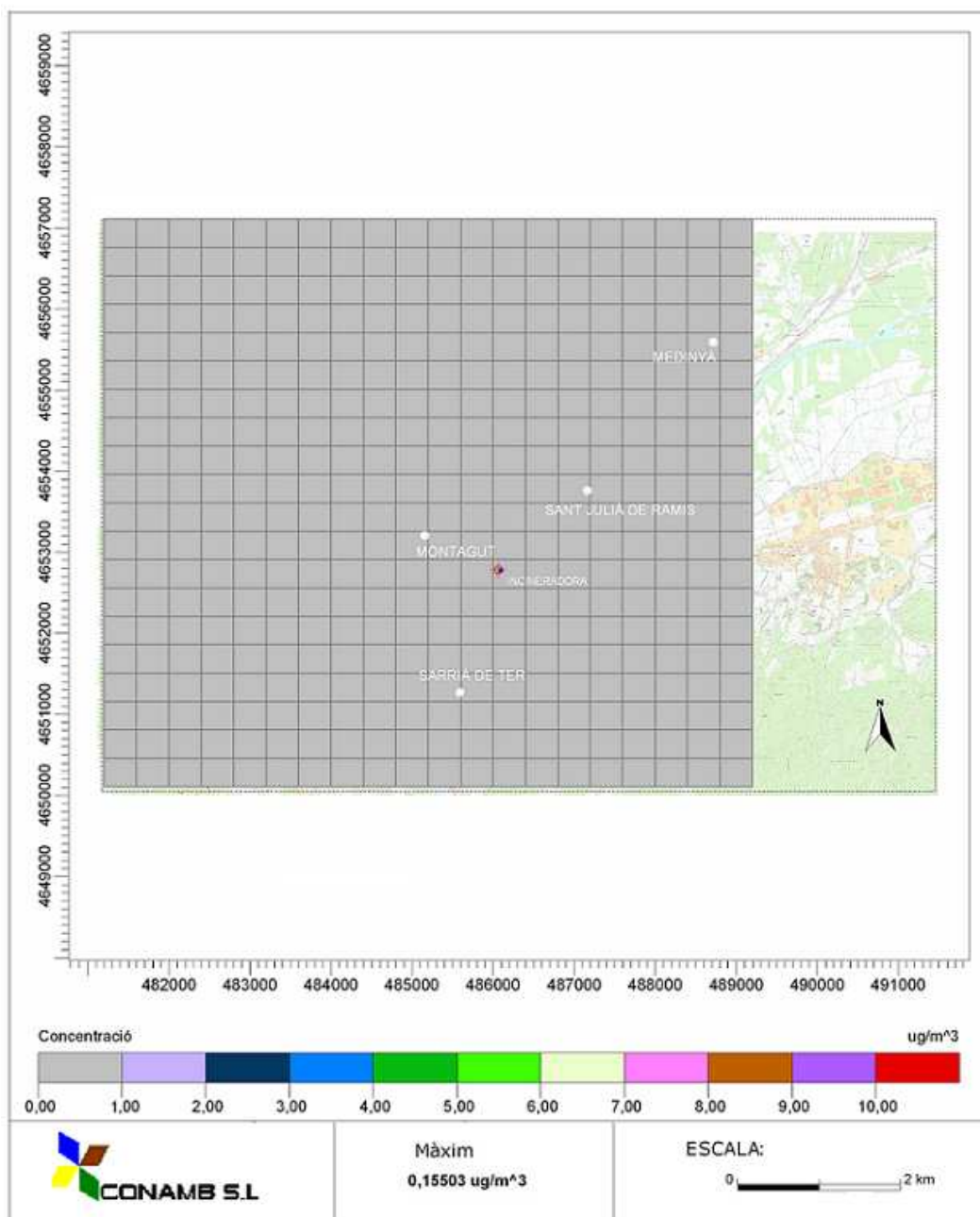
Figura 34: Mapa de dispersió del HCl (Any 1999)



Font: Elaboració pròpia (2008)

Com a segon període, un cop incorporada en la incineradora de Campdorà la depuració de gasos amb hidròxid de calci i carbó actiu, s'ha realitzat la simulació de la dispersió atmosfèrica a partir de la concentració mitjana anual emesa l'any 2001, 18 mg/Nm^3 , equivalent a una taxa d'emissió anual de $0,2 \text{ g/s}$ (Figura 35).

Figura 35: Mapa de dispersió del HCl (Any 2001)



Font: Elaboració pròpia (2008)

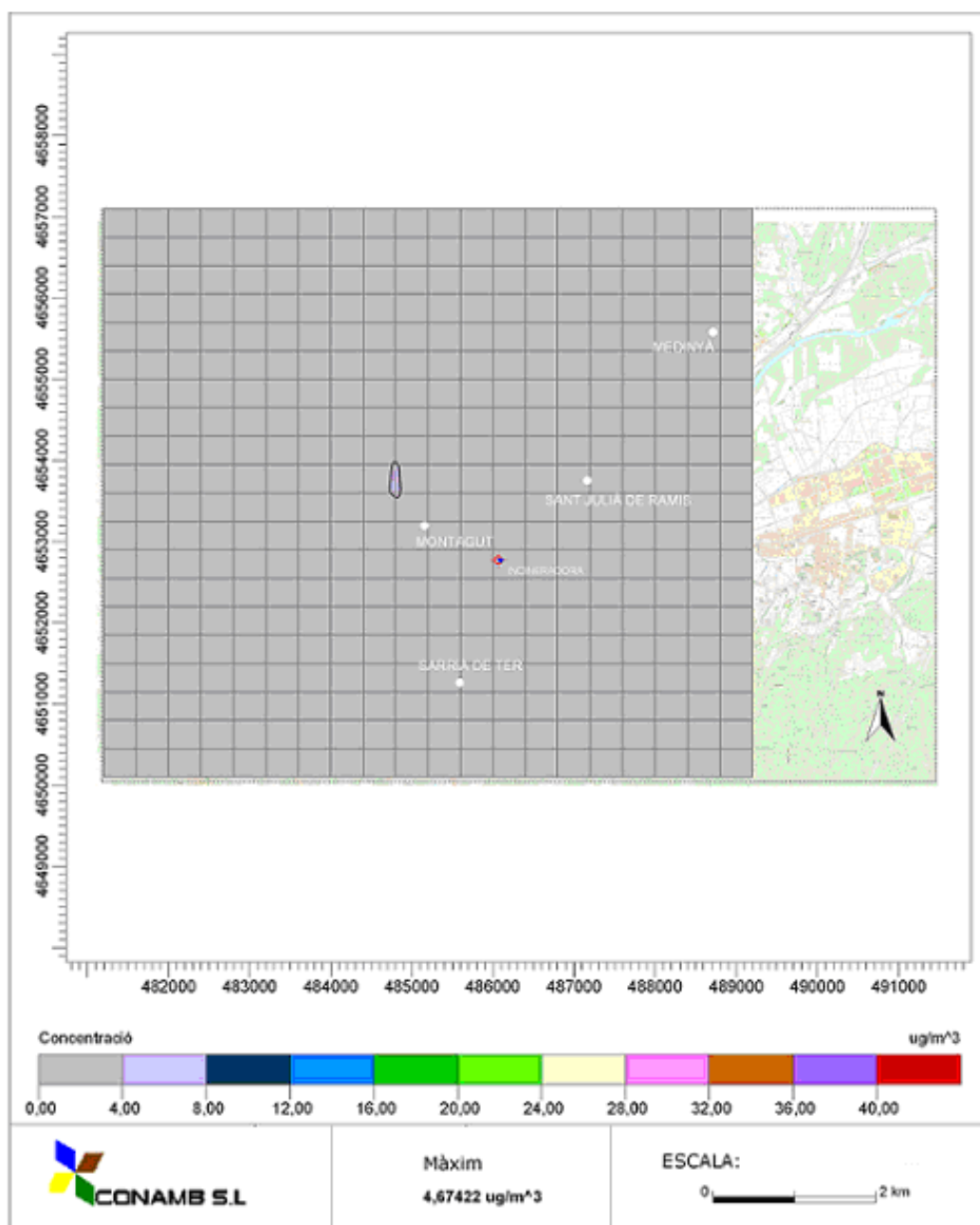
Com mostra la figura 35, la major concentració mitjana d'immissió detectada correspon a $0,1550 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Segons aquest valor, la incorporació de la depuració de gasos amb hidròxid de calci i carbó actiu en el tractament de gasos ha representat una reducció de l'immissió del 91,87 % respecte l'any 1999 ($7,1006 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Degut aquesta reducció, tots els nivells d'immissió detectats en la simulació corresponen a valors compresos dins del primer interval.

7.1.3 La dispersió atmosfèrica del Diòxid de Nitrogen (NO_2)

Per mostrar l'evolució de la dispersió atmosfèrica del diòxid de nitrogen, s'han diferenciat tres períodes d'estudi en funció de les diferents modificacions que han representat una variació en la seva emissió per part de la incineradora de Campdorà.

S'ha considerat com a primer període, els anys anteriors a la instal·lació de la depuració de gasos amb hidròxid de calci i carbó actiu (modificació instaurada l'any 2000). En aquest període de temps, s'ha realitzat la simulació de la dispersió atmosfèrica del diòxid de nitrogen a partir de la taxa mitjana d'emissió de l'any 1998 ($6,03 \text{ g/s}$), any en què segons les dades disponibles s'observa la major taxa d'emissió mitjana anual del període.

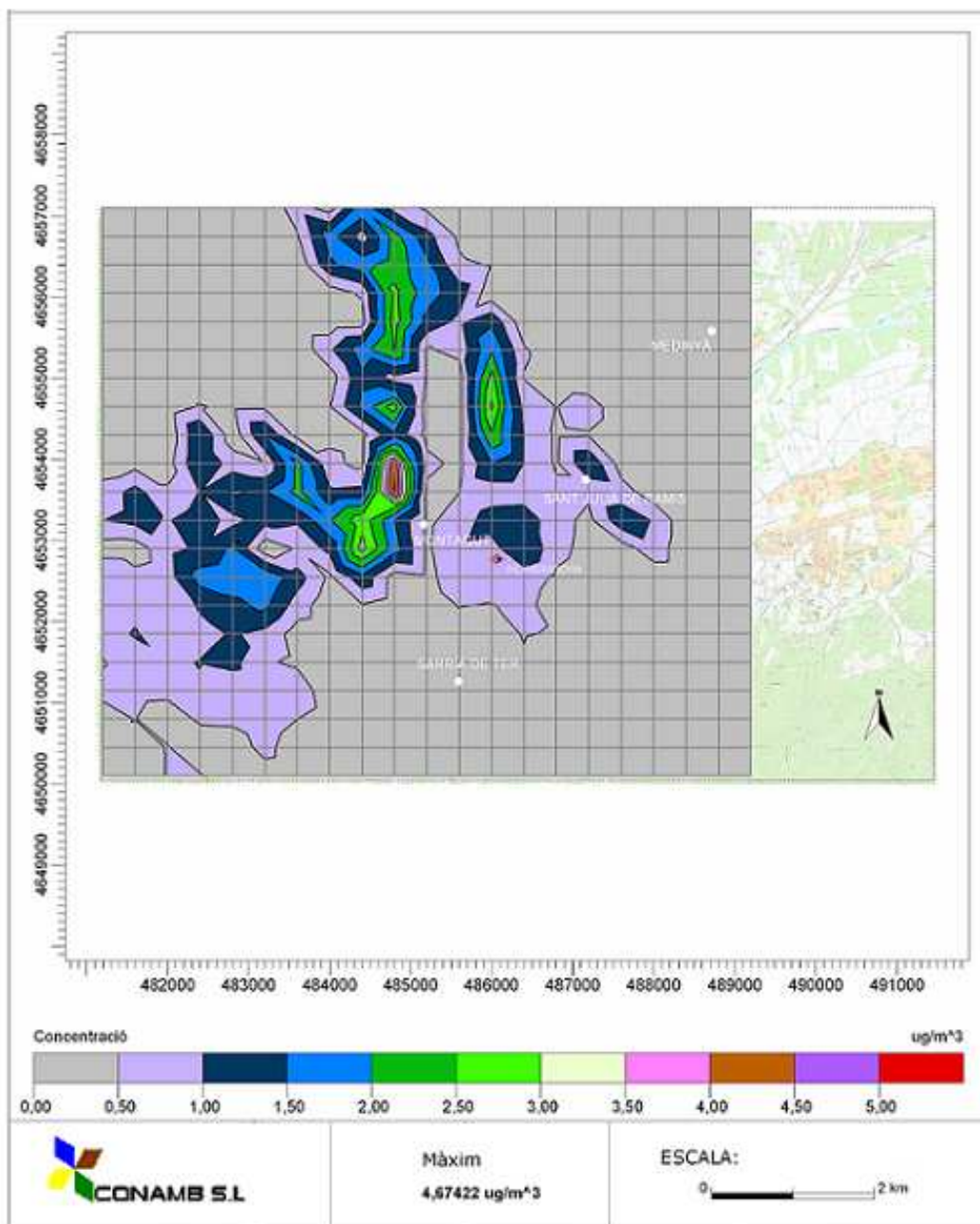
La figura 36 mostra el mapa de dispersió del diòxid de nitrogen corresponent a la taxa d'emissió de l'any 1998. En aquest, s'ha definit l'escala de la llegenda tenint en compte el valor fixat com a valor límit anual per a la protecció de la salut humana a complir a partir de l'any 2010 ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$). En funció d'aquest valor, s'han definit 11 intervals de $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ cadascun, on l'últim interval representa la superació del límit d'immissió legislat.

Figura 36: Mapa de dispersió del NO₂ (Any 1998)


Font:Elaboració pròpia (2008)

La figura 36 mostra com el valor màxim d'immissió del diòxid de nitrogen a la zona d'estudi correspon a una concentració de 4,6742 µg/m³. Segons aquest valor, la majoria de nivells d'immissió detectats s'engloben dins el primer interval.

Per la millor visualització de com es produeix la dispersió atmosfèrica del diòxid de nitrogen, s'ha reduït la escala de la llegenda vuit vegades, definint onze intervals de 0,5 µg/m³ cadascun (Figura 37).

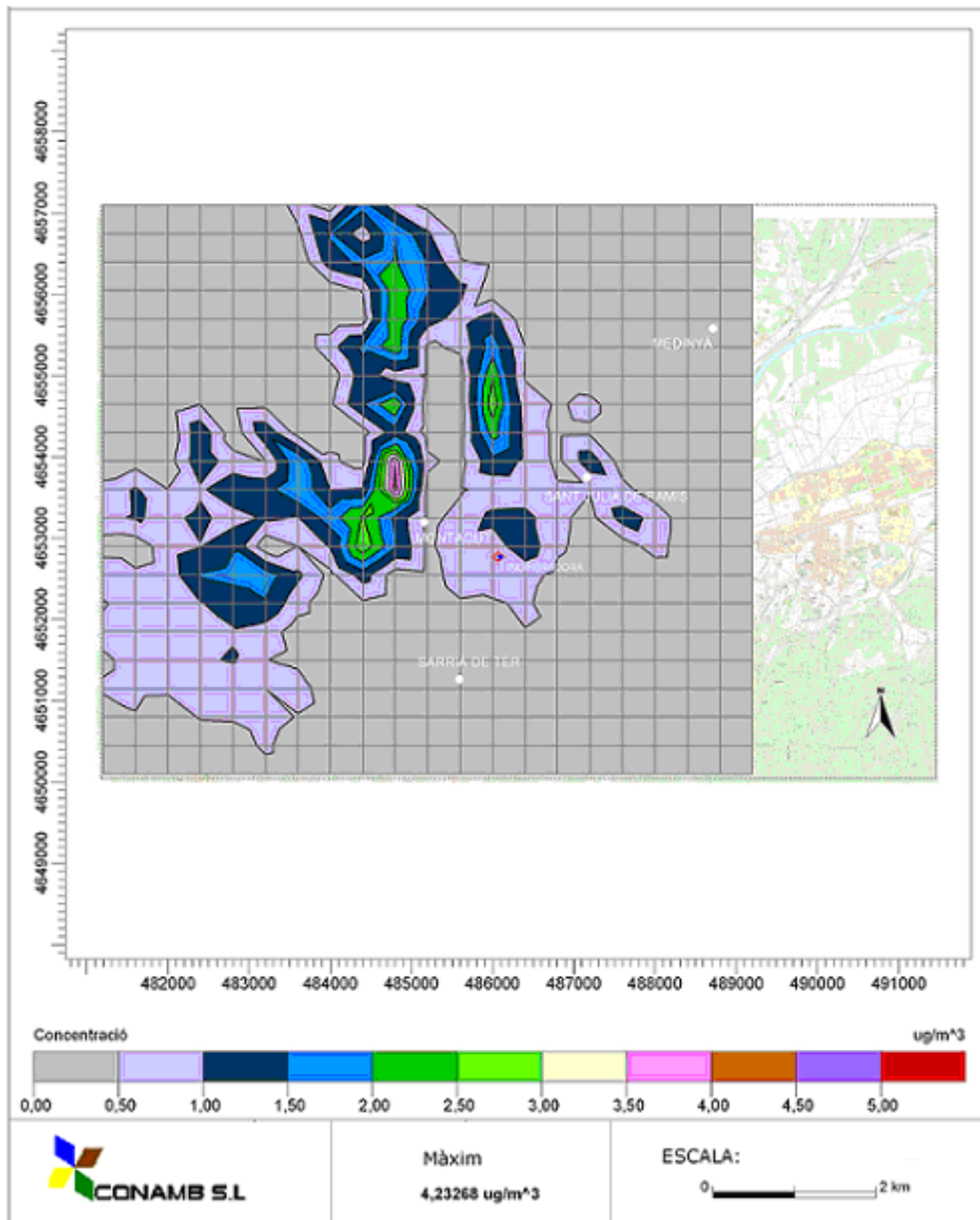
Figura 37: Mapa de dispersió del NO₂ (Any 1998)


Font:Elaboració pròpia (2008)

El segon període d'estudi considerat comença l'any 2001, any posterior a la incorporació de la depuració de gasos amb calç i carbó actiu, fins l'any 2004, any en que la incineradora de Campdorà comença a utilitzar el sistema d'injecció d'urea dins la camara de combustió per reduir les emissions d'aquest contaminant i adequar-se a la nova normativa que fixava un límit obligatori a complir a partir de l'any 2005.

Dins aquest segon període, s'ha realitzat la simulació de la dispersió atmosfèrica a partir de la concentració mitjana anual emesa l'any 2002, 479,5 mg/Nm³, corresponent una taxa mitjana d'emissió anual de 5,46 g/s (Figura 38).

Figura 38: Mapa de dispersió del NO₂ (Any 2002)



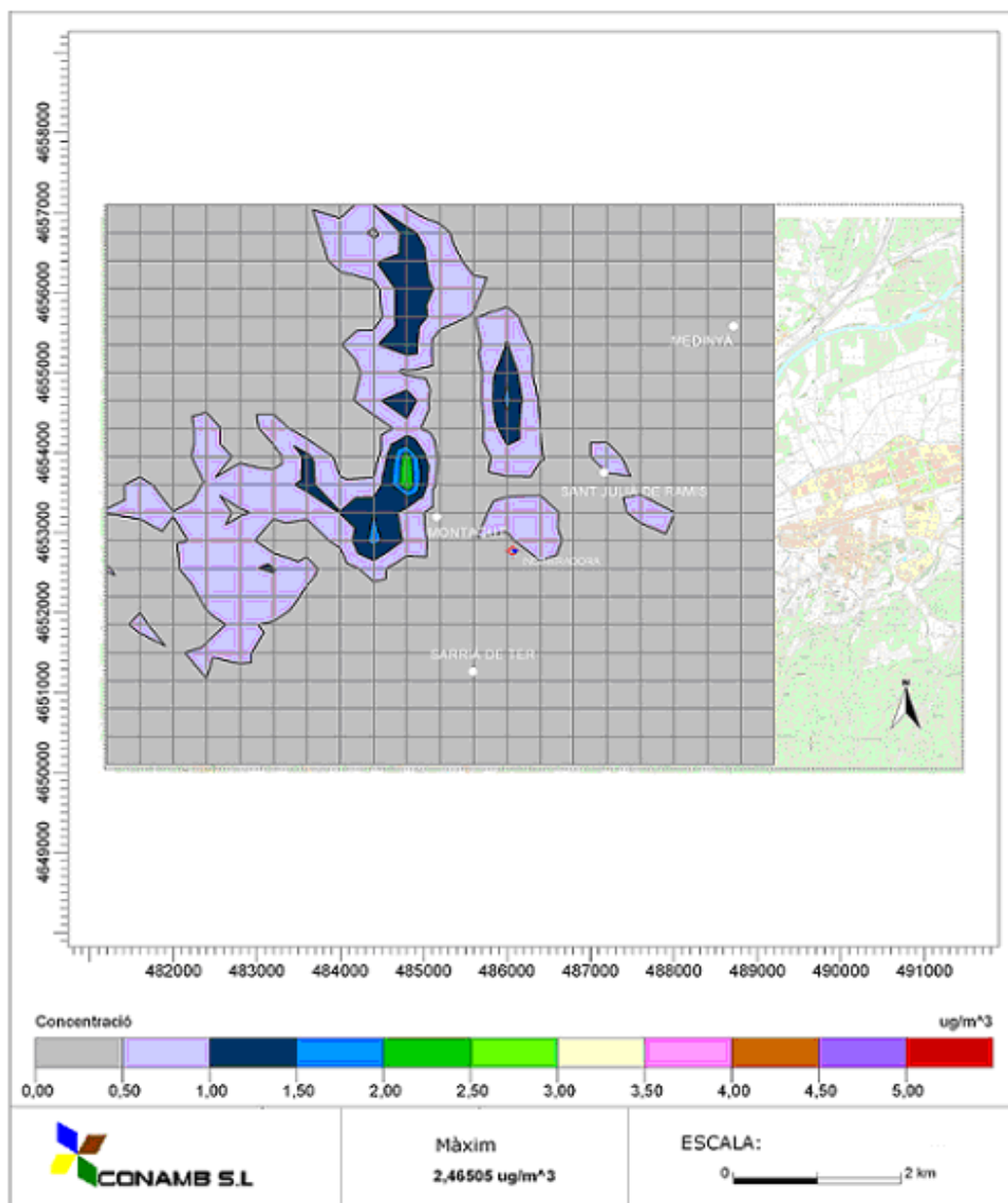
Font:Elaboració pròpia (2008)

La figura 38 mostra el valor de la màxima concentració mitjana d'immissió detectada en la zona d'estudi (4,2326 µg/m³). Segons aquest valor, la

depuració de gasos amb hidròxid de calci i carbó actiu ha representat una lleugera reducció del 9,44 % respecte l'any 1998 ($4,6742 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

L'últim període d'estudi que s'ha considerat pel diòxid de nitrogen comença l'any 2005, any posterior a la incorporació del tractament d'injecció d'urea a la càmera de combustió, fins l'actualitat (2008). Per aquest període, s'ha realitzat la simulació de la dispersió atmosfèrica del diòxid de nitrogen a partir de la concentració mitjana anual emesa l'any 2007, $299,87 \text{ mg}/\text{Nm}^3$, equivalent a una taxa d'emissió de 3,18 g/s (figura 39).

Figura 39: Mapa de dispersió del NO_2 (Any 2007)



Font:Elaboració pròpia (2007)

La figura 39 mostra com el valor de la màxima concentració d'immissió detectada en la zona d'estudi és $2,4650 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Respecte la màxima concentració d'immissió detectada amb la taxa d'emissió de l'any 2002, aquest nou valor de concentració d'immissió suposa la reducció del 41,76 % en la concentració màxima d'immissió de la zona d'estudi i la pèrdua de contorns d'immissió en el mapa.

Respecte la concentració màxima d'immissió detectada a la zona d'estudi a partir de la taxa d'emissió de l'any 1999, la depuració de gasos amb hidròxid de calci i carbó actiu i la injecció d'urea en la càmera de combustió han representat una reducció dels nivells d'immissió del 51,76 % segons la màxima concentració d'immissió detectada per l'any 2004. D'aquests tractament, la injecció d'urea es el que produeix una major reducció de l'emissió de diòxid de nitrogen.

7.1.4 La dispersió atmosfèrica del monòxid de carboni (CO)

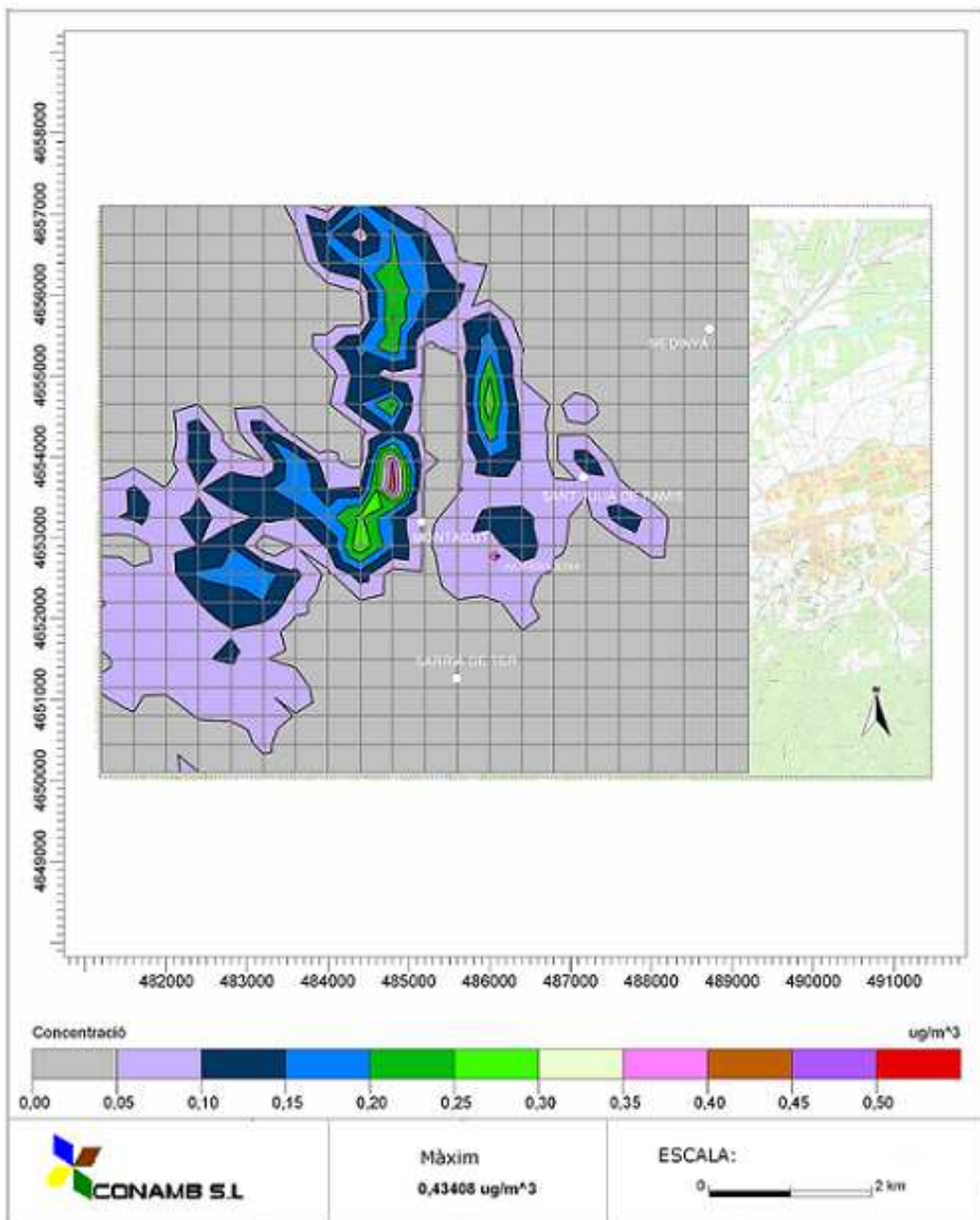
Per observar l'evolució dels nivells d'immissió del monòxid de carboni presents en la zona d'estudi en funció de la incorporació de noves tecnologies o tractaments de gasos a la incineradora de Campdorà, s'han diferenciat tres períodes. Aquests corresponen als mateixos períodes estudiats pel cas del diòxid de nitrogen.

Dins el primer període (1997-2000), s'ha realitzat la simulació de la dispersió atmosfèrica del monòxid de carboni tenint en compte l'emissió mitjana produïda l'any 1999, any del període que presenta una major emissió de monòxid de carboni ($50 \text{ mg}/\text{Nm}^3$), equivalent a una taxa mitjana d'emissió de $0,56 \text{ g}/\text{s}$.

En referència a la legislació d'immissió o qualitat de l'aire, aquesta tan sols fixa un valor límit per la salut de les persones que correspon a $10 \text{ mg}/\text{Nm}^3$ ($10.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$), entenent aquest valor com la mitjana de les vuit hores d'un dia en que s'observa la concentració màxima.

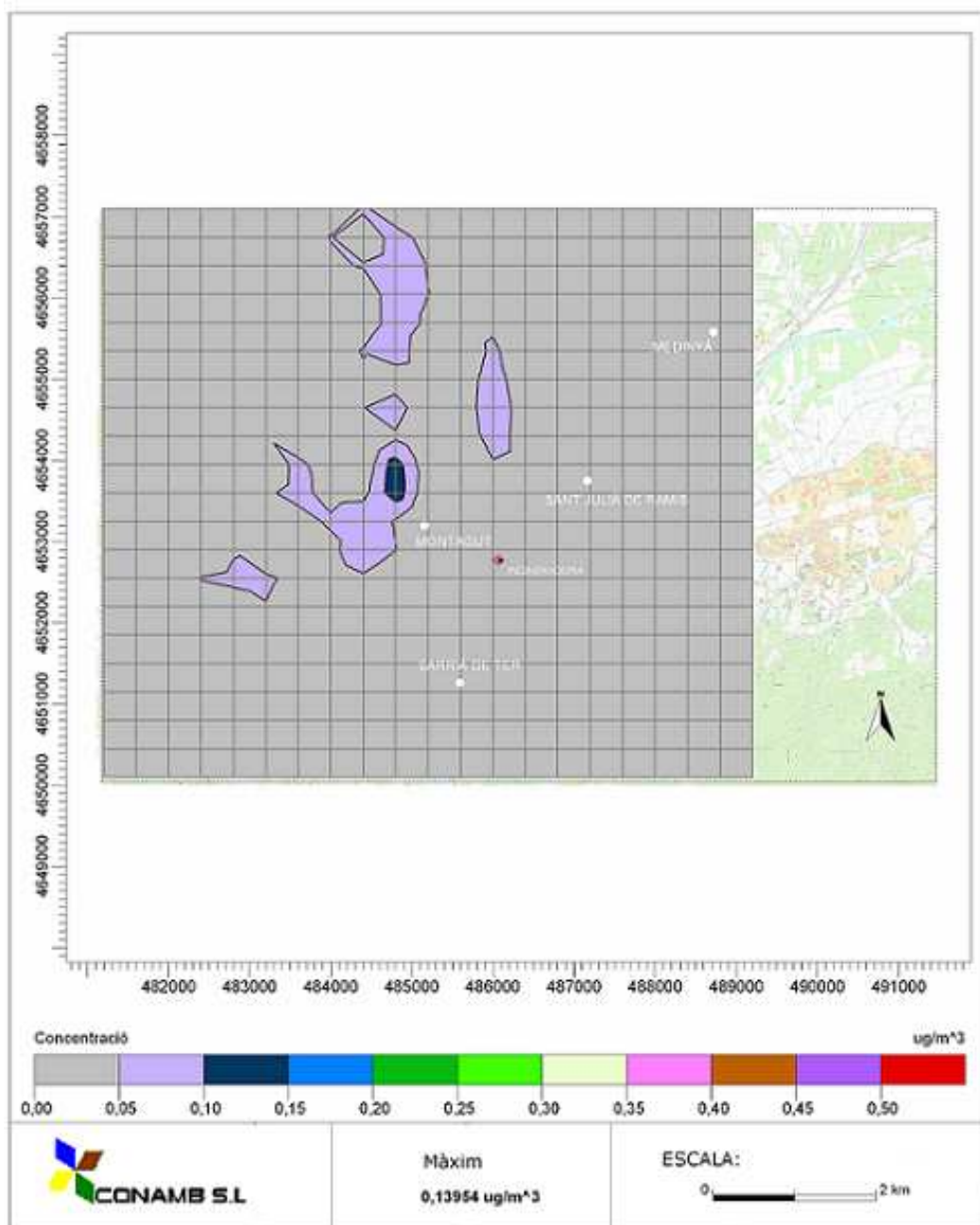
Tenint en compte aquest valor legislat i el valor màxim d'immissió ($0,4340 \mu\text{g}/\text{m}^3$) que mostra la figura 40, no s'ha considerat oportú realitzar el mapa amb la escala de la llegenda en funció d'aquest valor legislat ja que el valor màxim d'immissió detectat és més de vint mil vegades inferior.

Per poder observar com es produeix la dispersió atmosfèrica del monòxid de carboni, s'ha realitzat la llegenda dels mapes d'immissió diferenciant 11 intervals de $0,05 \mu\text{g}/\text{m}^3$ cadascun.

Figura 40: Mapa de dispersió del CO (Any 1999)


Font:Elaboració pròpia (2008)

Dins el segon període (2001-2004), s'ha realitzat la simulació de la dispersió atmosfèrica a partir de la concentració mitjana anual emesa l'any 2002 ($16 \text{ mg}/\text{Nm}^3$), corresponent a una taxa mitjana d'emissió de $0,18 \text{ g}/\text{s}$ (Figura 41).

Figura 41: Mapa de dispersió del CO (Any 2002)


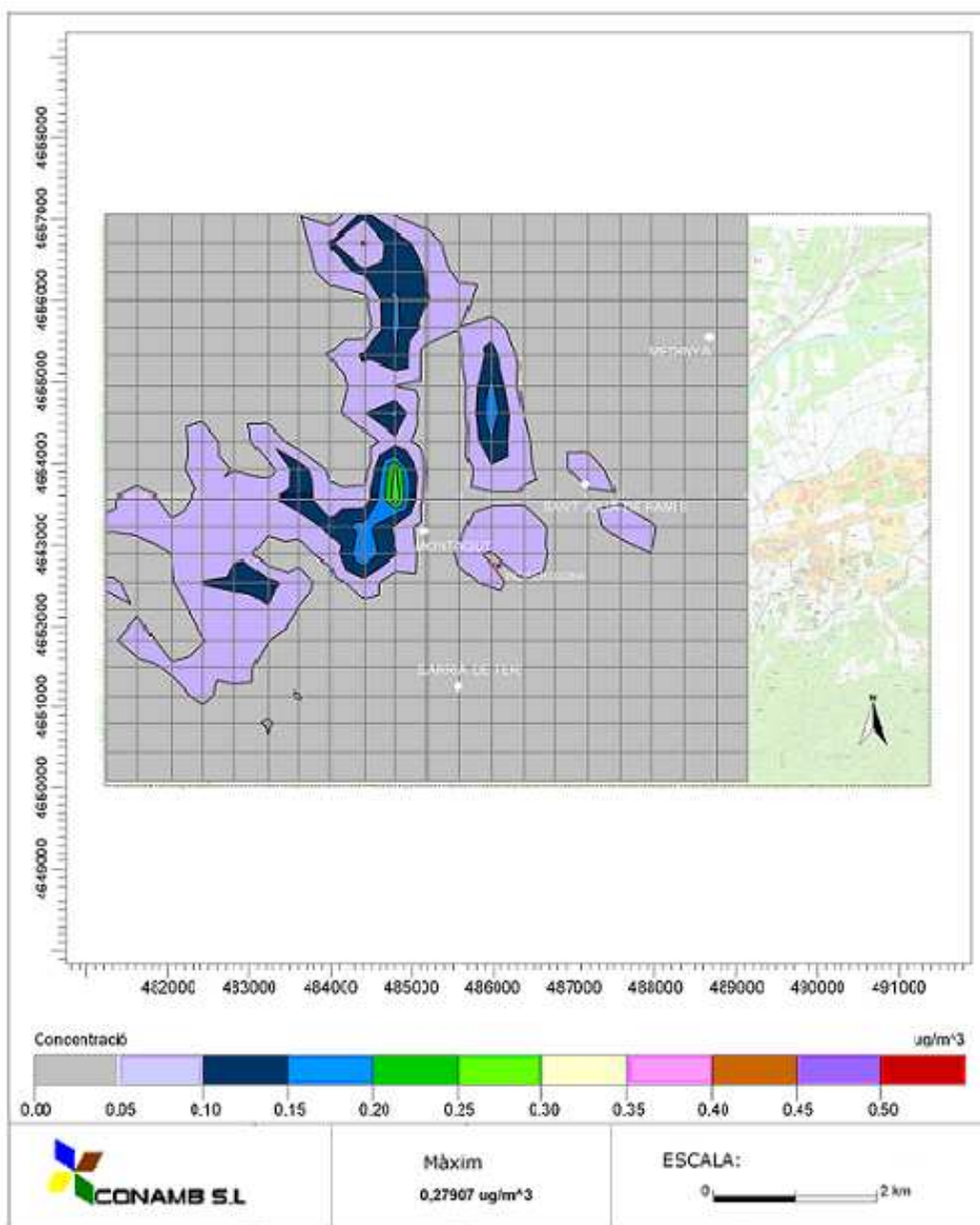
Font:Elaboració pròpia (2008)

Com mostra la figura 41, la major concentració mitjana d'immissió detectada correspon a $0,1395 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Comparant aquest valor amb la màxima concentració mitjana d'immissió de l'any 1999 ($0,4340 \mu\text{g}/\text{m}^3$), s'observa com la depuració de gasos amb hidròxid de calci i carbó actiu ha representat una reducció de la màxima concentració d'immissió del 67,58 %.

Per estudiar els efectes que produeix la injecció d'urea en la càmera de combustió respecte els nivells d'immissió detectats en la zona, s'ha realitzat la

simulació de la dispersió atmosfèrica del monòxid de carboni a partir de la concentració mitjana anual emesa l'any 2007 ($34,35 \text{ mg/Nm}^3$), corresponent a una taxa d'emissió de $0,36 \text{ g/s}$. (Figura 42)

Figura 42: Mapa de dispersió del CO (Any 2007)



Font:Elaboració pròpia (2008)

La figura 42 mostra que respecte la simulació de la dispersió atmosfèrica de l'any 2002, el valor màxim d'immissió detectat en la zona d'estudi ($0,2790 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ha augmentat. S'ha atribuït el motiu d'aquest augment a la incorporació del procés d'injecció d'urea en la càmera de combustió per la reducció del diòxid de nitrogen.

El monòxid de carboni és un dels productes resultants de les reaccions que es produeixen en la càmera de combustió. Per aquest motiu, els nivells d'immissió del monòxid de carboni han experimentat un augment. Tot i aquest augment, respecte la màxima concentració d'immissió detectada a partir de la taxa d'emissió del 1999, s'ha aconseguit una reducció del 35,71%.

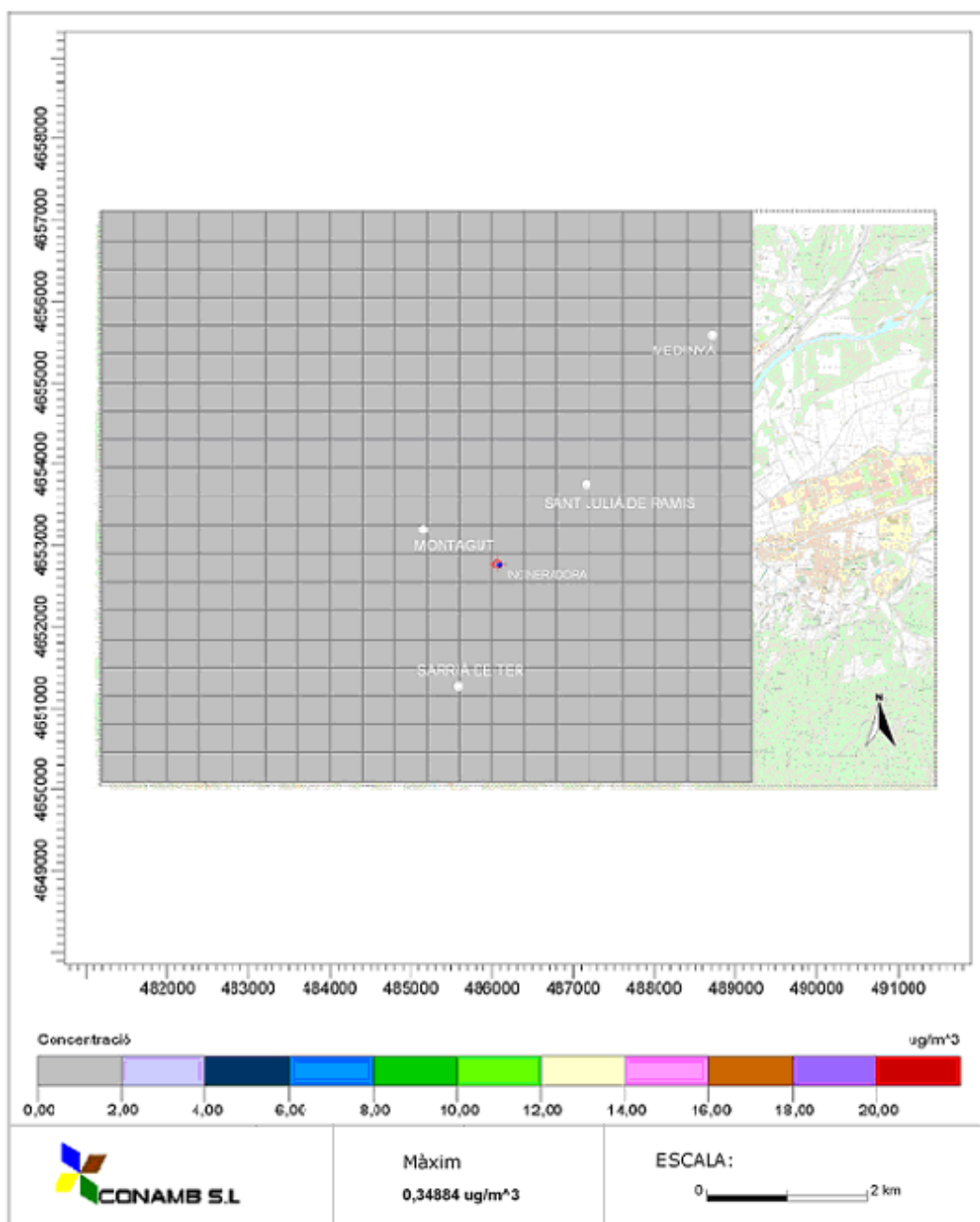
7.1.5 La dispersió atmosfèrica del Diòxid de sofre (SO₂)

Per observar l'evolució dels nivells d'immissió del diòxid de sofre presents en la zona d'estudi, s'han diferenciat dos períodes d'estudi.

S'ha considerat com a primer període, els anys anteriors a la incorporació en la incineradora de Campdorà del tractament de depuració de gasos amb hidròxid de calci i carbó actiu (any 2000), i com a segon període, els anys posteriors a aquesta incorporació.

Pel primer període, s'ha realitzat la simulació de la dispersió atmosfèrica del diòxid de sofre tenint en compte la concentració mitjana d'emissió de l'any 1999, 43,7 mg/Nm³, que equival a una taxa mitjana d'emissió anual de 0,45 g/s.

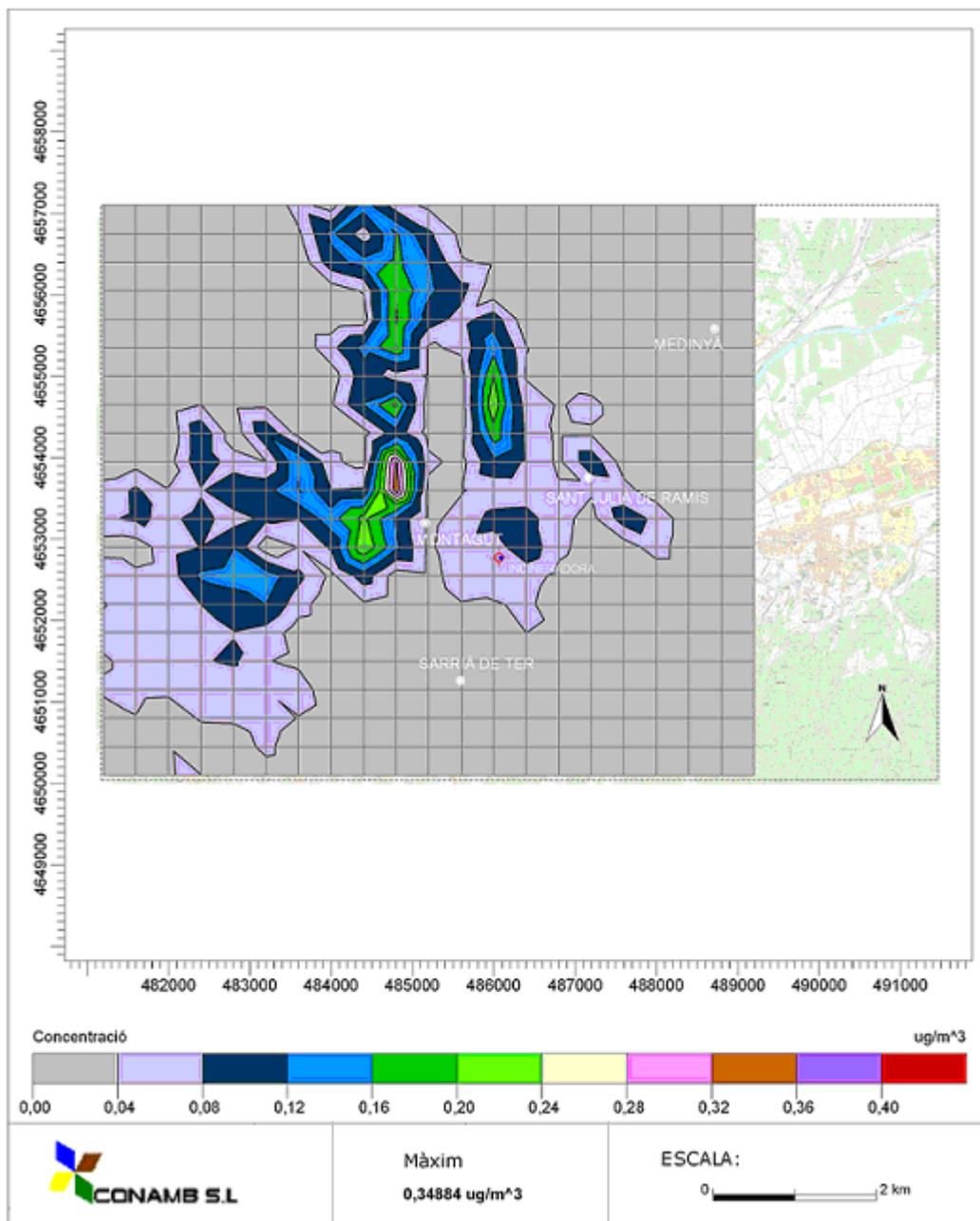
Per la definició de la llegenda de la figura 43, s'han definit els nivells d'immissió en onze intervals equitatis de 2 µg/Nm³ cadascun, on l'últim interval representa la superació del límit d'immissió legislat (20 µg/Nm³).

Figura 43: Mapa de dispersió del SO₂ (Any 1999)


Font: Elaboració pròpia (2008)

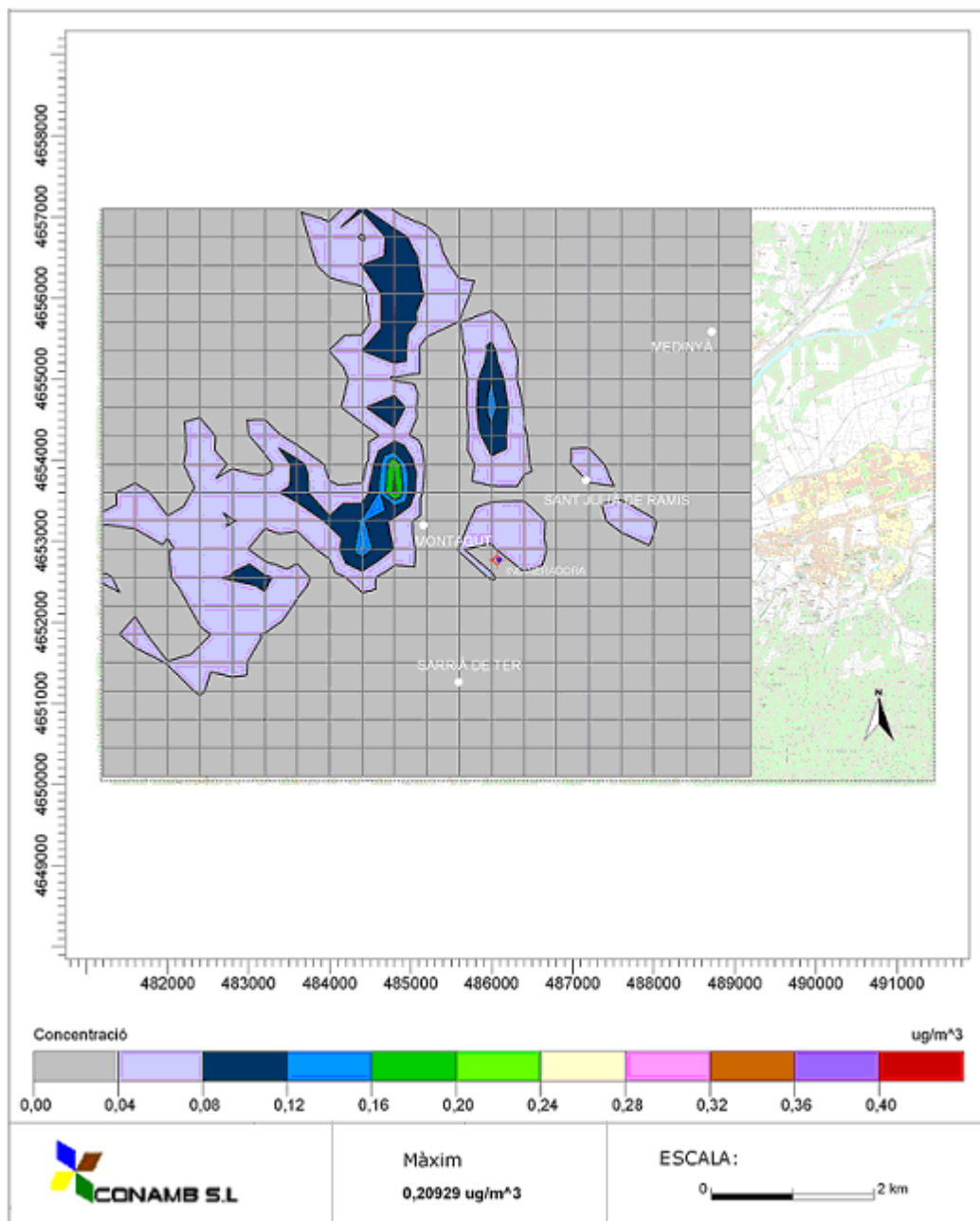
La major concentració mitjana d'immissió detectada en la zona d'estudi correspon a un valor de 0,3488 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Tenint en compte que el primer interval de la llegenda inclou valors de concentració d'immissió inferiors a dos $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$, tot el conjunt de la zona d'estudi s'engloba en aquest interval.

Per poder visualitzar com es produeix la dispersió atmosfèrica del diòxid de sofre l'any 1998, en la figura 44 l'escala de la llegenda s'ha reduït cinquanta vegades, definint 11 intervals de 0,04 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ cadascun.

Figura 44: Mapa de dispersió del SO₂ (Any 1999)


Font:Elaboració pròpia (2008)

Com a segon període d'estudi s'ha realitzat la simulació de la dispersió atmosfèrica a partir de la concentració mitjana anual emesa l'any 2002, 24,3 mg/Nm³, representant una taxa d'emissió mitjana anual de 0,27 g/s. (figura 45)

Figura 45: Mapa de dispersió del SO₂ (Any 2002)


Font:Elaboració pròpia (2008)

Com mostra la figura 45, la major concentració mitjana d'immissió detectada correspon a 0,2092 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Comparant aquest valor amb la major concentració mitjana d'immissió detectada l'any 1998 (0,3488 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$), es mostra com la incorporació de la depuració de gasos amb hidròxid de calci i carbó actiu en el tractament de gasos ha representat una reducció del 40,02 %.

7.2 Diagnosi general

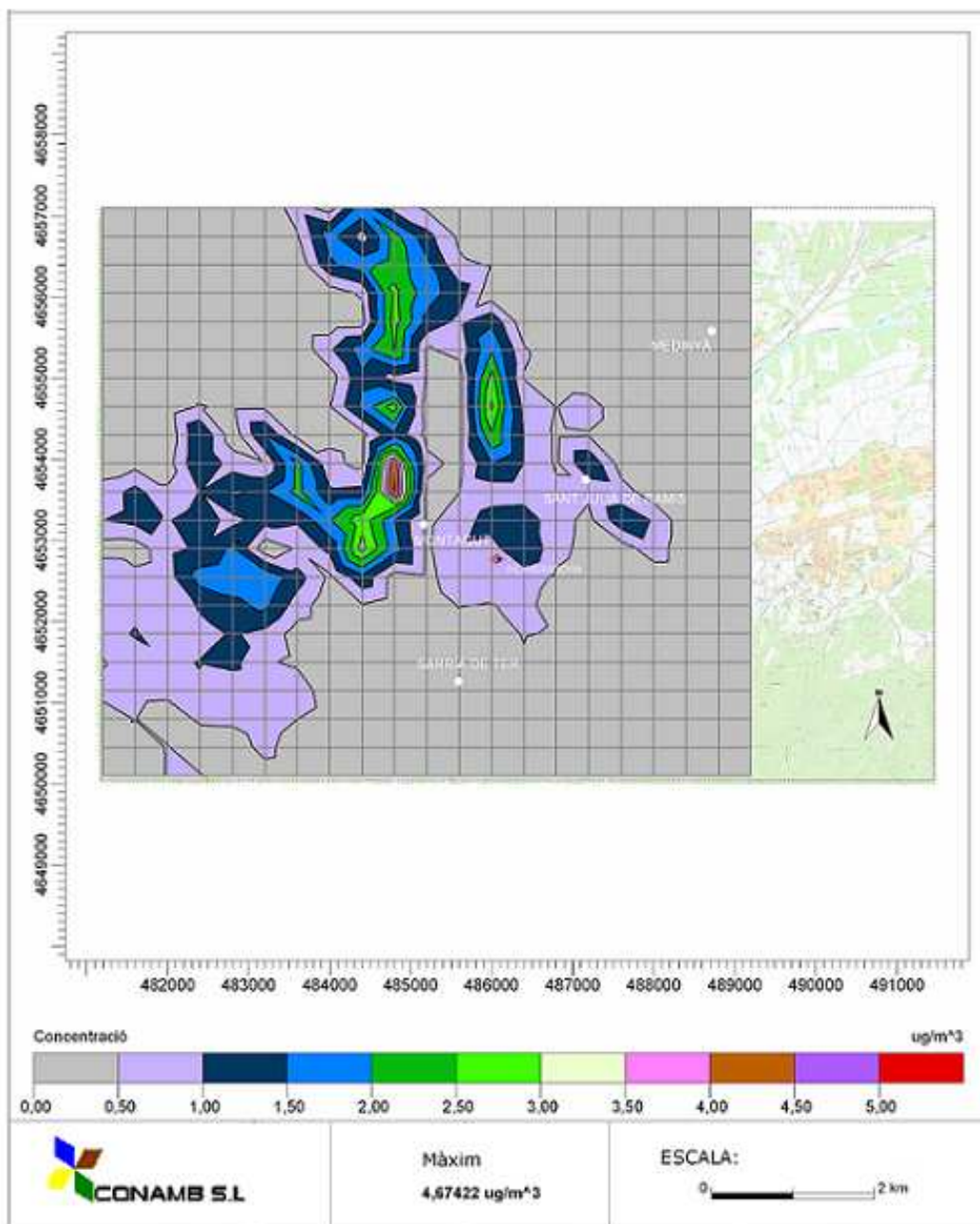
Els resultats obtinguts en la simulació de la dispersió atmosfèrica dels principals contaminants emesos per la incineradora de Campdorà mostren com la incorporació de noves tecnologies i tractaments de gasos han representat una reducció progressiva dels nivells d'immissió dels contaminants detectats en la zona d'estudi.

En tots els casos estudiats, tants els nivells d'emissió com d'immissió dels diferents contaminants presenten valors de concentració inferiors als valors límit legislats.

Per a la correcta interpretació dels resultats obtinguts en aquest estudi, s'ha de tenir present que per a la simulació de la dispersió atmosfèrica de cada contaminant, s'han mantingut constants tant els paràmetres meteorològics del període 2001-2007, com les característiques de la font emissora i del terreny. Els únics paràmetres que s'han modificat són el tipus de contaminant i la seva taxa d'emissió (major taxa mitjana anual d'emissió compresa entre els anys en que s'han incorporat noves tecnologies o tractaments de gasos en la incineradora). Per aquest motiu, en tots els mapes d'immissió obtinguts, s'observa el mateix comportament referent a la dispersió atmosfèrica dels contaminants, variant la concentració mitjana d'immissió dels diferents punts receptors en funció de l'emissió produïda de cada contaminant. Les concentracions d'immissió obtingudes en la simulació representen les concentracions mitjanes d'immissió pel conjunt del període meteorològic considerat.

En general, les característiques principals que es poden observar en les diferents simulacions de la dispersió atmosfèrica dels contaminants emesos per la incineradora de Campdorà són la localització comú dels majors nivells d'immissió detectats en la zona i l'efecte produït pel fenomen "building downwash".

Com a patró general que mostraria el comportament de la dispersió dels contaminants estudiats, la figura 46 mostra el resultat de la simulació de la dispersió atmosfèrica del diòxid de nitrogen obtinguda a partir de la taxa mitjana d'emissió de l'any 1998.

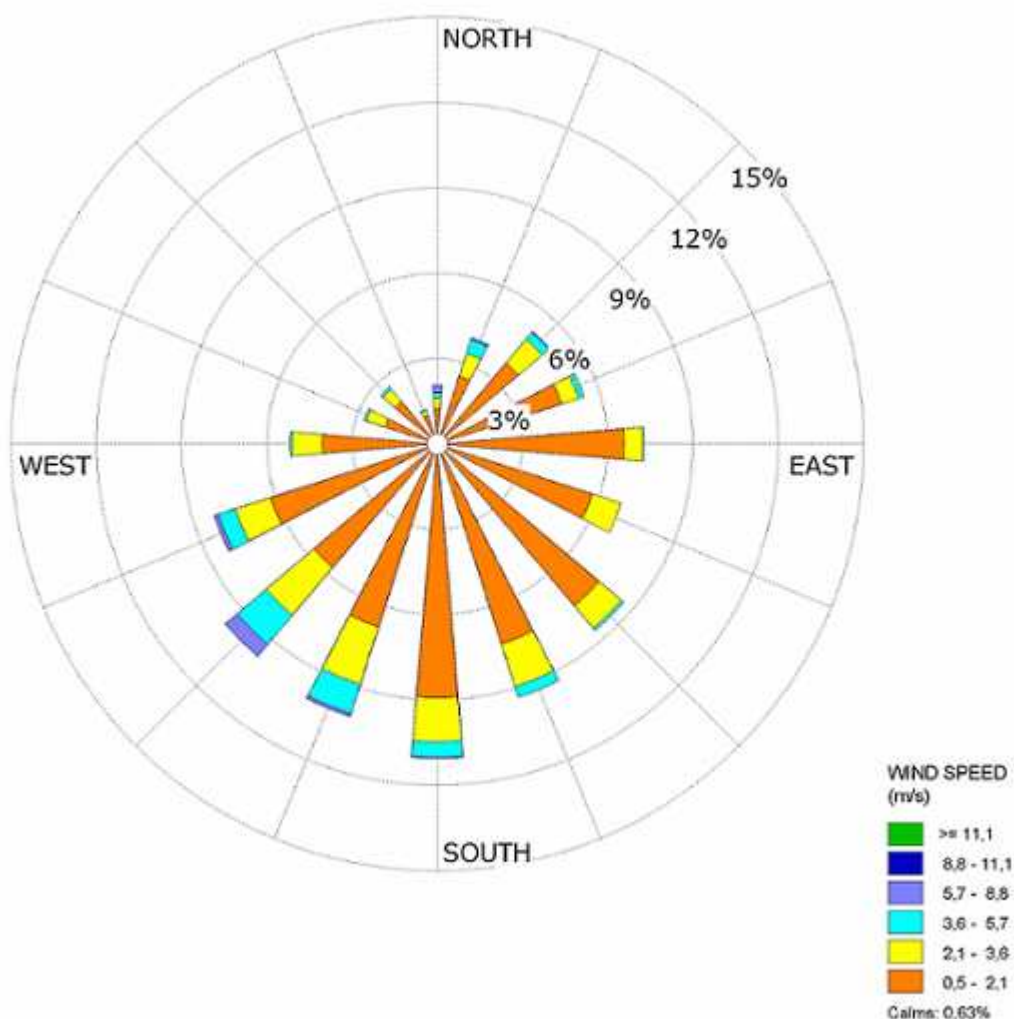
Figura 46: Mapa de dispersió del NO₂ (Any 1998)


Font:Elaboració pròpia (2008)

La figura 46 mostra com a poca distància de la font emissora, en direcció nord-est, s'ha detectat una zona amb una major concentració d'immissió que en altres punts propers a la incineradora (efecte "building downwash"). També s'observa com les majors concentracions detectades es situen en direcció nord i nord oest.

La figura 47 mostra com els vents predominants són de component sud. D'aquests, els que presenten una major freqüència al llarg del període tenen direcció sud i els que presenten una major intensitat són de direcció sud-oest. Aquests vents de major intensitat provoquen una major diferència de pressions a la part posterior de la incineradora (direcció nord-est), accentuant els efectes del fenomen "building downwash".

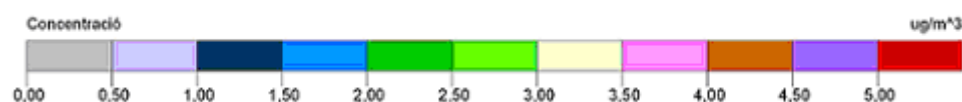
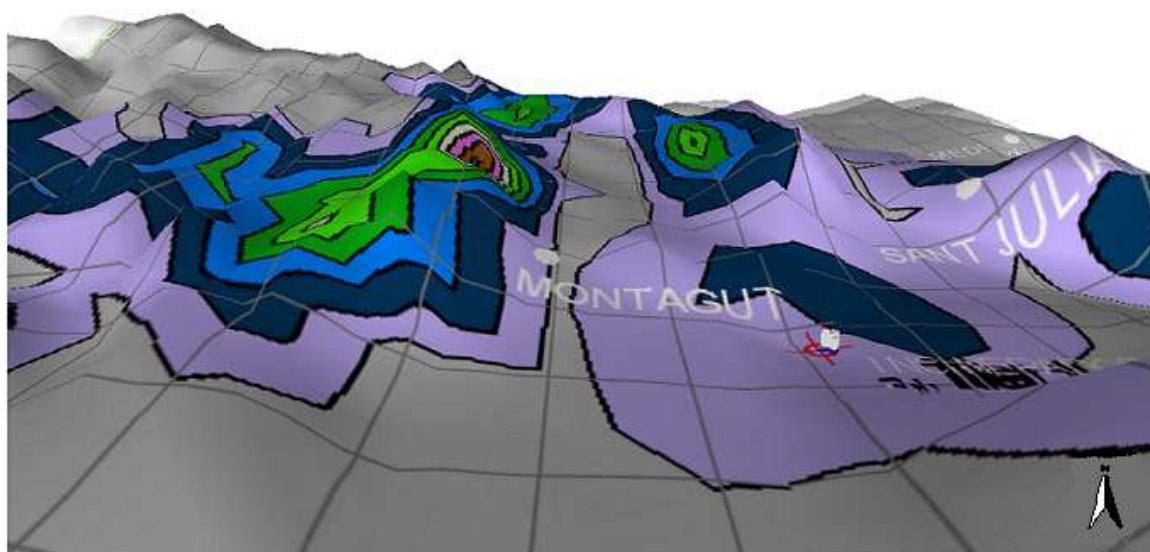
Figura 47: Rosa dels vents de freqüència per direcció. Estació de Celrà. Dades meteorològiques del període 2001-2007



Font:Elaboració pròpia (2008)

Respecte la font emissora, les zones que presenten les majors concentracions d'immissió es localitzen majoritàriament en direcció nord i nord-oest. La figura 48 mostra com aquestes zones corresponen a zones amb una major elevació de terreny. Quan el vent és de component sud, s'observa com el plomall es canalitza per la vall situada al nord (vall per on passa la carretera de Girona a Olot), on en les vessants s'observa un augment de la concentració d'immissió, localitzant en aquests punts les concentracions d'immissió màximes de la zona d'estudi. La elevació d'aquest terreny representa un obstacle en la dispersió del plomall, el qual impacte en aquests punts presentant una major concentració d'immissió. La zona on s'ha detectat la màxima concentració es localitza a uns 1.500 metres de la font emissora, a la vessant esquerra de la vall. Concretament, aquest punt es situa a la zona on es troba el castell de Montagut. Un altre zona on es detecta una major concentració d'immissió es localitza a uns 1800 metres de la font emissora, al vessant dret de la vall (muntanya Montaspre), just on es situa la Pedrera de Masoliver.

Figura 48: Representació en tres dimensions de la dispersió atmosfèrica del NO₂ l'any 1998



Font:Elaboració pròpia (2008)

PROPOSTES D'ACTUACIÓ

8. PROPOSTES D'ACTUACIÓ

8.1 Incorporació del simulador AERMOD en les etapes de disseny de totes les activitats potencialment contaminants de l'aire

Degut a la dificultat de corregir els problemes relacionats amb la contaminació atmosfèrica, sabent que aquesta està condicionada per multitud de factors externs (règim de vents, orografia del terreny, característiques i localització de la font emissora,...etc) i existint simuladors de dispersió atmosfèrica de contaminants tant potents com és el programa ISC-AERMOD View, seria convenient que per a la realització de projectes d'activitats els quals es caracteritzin per l'emissió de contaminants a l'atmosfera, aquests es realitzin sempre tenint en compte els resultats obtinguts sobre la dispersió de contaminants.

En aquest estudi, s'ha observat com per una mateixa taxa d'emissió tant els paràmetres referents a l'alçada de la xemeneia, com les característiques d'edificis al voltant de la font puntual i l'orografia propera a la font poden fer variar significativament els nivells d'immissió detectables en la zona. És per aquest motiu que la utilització d'aquests tipus de simuladors alhora de realitzar determinats projectes poden contribuir a produir un menor impacte ambiental en la zona i alhora una menor reducció de la qualitat de l'aire

8.2 Creació d'una base de dades meteorològica centralitzada preparada per a l'AERMOD

Alhora de realitzar els dos tipus d'arxius meteorològics que el model AERMOD utilitza per realitzar la corresponent simulació de la dispersió atmosfèrica de contaminants, s'ha pogut comprovar com l'obtenció dels diferents paràmetres meteorològics que requereix el programa, ha estat una feina complicada. Degut a la gran quantitat de paràmetres meteorològics que requereix l'AERMOD, l'obtenció d'aquests s'ha realitzat mitjançant diferents fonts de consulta (Institut Nacional Meteorològic, Universitat de Girona, aeroport de Girona), fet que ha representat una gran inversió d'hores en la cerca i tractament de les dades meteorològiques.

Per simulacions realitzades en estudis centrats en els Estats Units d'Amèrica, l'AERMOD presenta l'opció de descarregar els arxius meteorològics requerits mitjançant una base de dades centralitzada, on s'hi troben els paràmetres meteorològics mesurats en diferents estacions meteorològiques del territori. Gràcies aquesta opció, les simulacions a partir d'aquests arxius descarregables representen una important reducció del temps necessari per dur a terme la simulació.

Per aquest motiu es proposa la creació d'una base de dades meteorològiques connectada al programa AERMOD, oferint la possibilitat d'obtenir amb facilitat els paràmetres meteorològics mesurats per les diferents estacions

meteorològiques del territori espanyol, i d'aquesta manera reduir el temps necessari per la simulació.

8.3 Modernització del sistema d'incineració

Quan es va realitzar el disseny de la incineradora de Campdorà, aquest es va fer tenint en compte les característiques que presentaven en aquell moment (anys 80) els residus sòlid urbans. Aquests, presentaven un menor poder calorífic, majoritàriament degut a l'alt contingut de matèria orgànica present en els residus.

Al llarg dels anys 90, degut a l'implantació de la recollida selectiva, les característiques dels residus van canviar. Actualment aquests residus són de major qualitat i presenten un major poder calorífic. Per aquest motiu, i la necessitat de mantenir una certa temperatura en els forns, la incineradora de residus actualment treballa al 70 % de la seva capacitat.

Degut a la problemàtica actual de la gestió dels residus del Gironès, es proposa la modernització del sistema d'incineració de la planta incineradora de Campdorà.

Actualment, el sistema d'incineració està format per un forn connectat a una caldera per la producció d'energia elèctrica. Canviant la tipologia del forn, per exemple per un forn-caldera, es podria augmentar la capacitat de tractament de la planta, i a més, es podria produir fins a 3 o 4 vegades més energia elèctrica. A les parets d'aquests forns s'hi trobarien el sistema de tubs que produeix l'intercanvi de calor per la posterior generació d'energia. D'aquesta manera, gran part del poder calorífic alliberat en la combustió ja seria aprofitat per a la generació d'energia elèctrica.

CONCLUSIONS

9. CONCLUSIONS

- ✓ El programa ISC-AERMOD View és un dels simuladors de dispersió atmosfèrica de contaminants més complet que existeix fins els moments. A través de les dades meteorològiques, cartogràfiques i les característiques de la font emissora, permet determinar la concentració de la contaminació atmosfèrica originada per una o varies fonts emissores en una zona d'estudi. Tot i això, el programa està molt preparat per a la seva utilització en els Estats Units d'Amèrica (USA) i Canadà, sent la seva utilització en Espanya bastant més complicada degut a la dificultat en l'obtenció de tots els paràmetres que requereix el programa per tal de poder realitzar una bona simulació de la dispersió atmosfèrica.
- ✓ La incineradora de Campdorà, com a instal·lació incineradora de residus, es troba sotmesa al compliment de la llei. Per aquest motiu, al llarg del temps, la incineradora de Campdorà ha incorporat noves tecnologies i tractaments de gasos per tal de complir amb els límits d'emissió legisats per la legislació vigent (filtre electrostàtic (1984), filtre de mànegues (1997), depuració dels gasos amb hidròxid de calci i carbó actiu (2000), i l'injecció d'urea a la càmera de combustió (2004). Amb el present estudi, s'ha pogut observar com la instal·lació progressiva d'aquestes noves tecnologies i tractaments de gasos han representat una reducció en l'emissió de contaminants. A través de les simulacions de la dispersió atmosfèrica dels diferents contaminants s'ha observat com aquesta reducció de l'emissió, ha representat una reducció dels nivells d'immissió detectats a la zona, representant una reducció de l'impacte ambiental produït per les emissions de gasos de la incineradora de Campdorà, amb la conseqüent millora de la qualitat atmosfèrica de l'aire. La taula 18, mostra els percentatges de reducció de les concentracions màximes d'immissió observades pels diferents contaminants en la zona d'estudi al llarg de tot el període analitzat.

Taula 18: Reducció de l'immissió detectada per a cada contaminant pel conjunt del període analitzat	
Contaminant	Reducció màxims d'immissió
Partícules en suspensió totals (PST)	85,05%
Clorur d'hidrogen (HCl)	91,87%
Diòxid de nitrogen (NO ₂)	51,76%
Monòxid de Carboni (CO)	35,71%
Diòxid de sofre (SO ₂)	40,02%

Font: Elaboració pròpia

- ✓ Per a tots els anys estudiats, tant els nivells d'emissió com d'immissió presenten valors molt inferiors als establerts per la legislació corresponent.
- ✓ Tant el règim de vents predominants, la localització de la font emissora i l'orografia del terreny són factors que condicionen la dispersió del plomall. En aquest estudi, es mostra que les zones de major elevació de terreny en la direcció dels vents dominants (de component sud) són les que presenten majors nivells d'immissió. A més, es pot observar com la vall per on passa la carretera que va de Girona a Banyoles provoca un efecte canalitzador del vent. En les seves vessants es detecta els majors nivells d'immissió. Respecte la incineradora de Campdorà, aquestes zones es localitzen a una distància de 1500 metres en direcció nord-oest, concretament on es localitza el castell de Montagut, i a una distància de 1800 metres en direcció nord, on s'hi localitza la Pedrera de Masoliver.
- ✓ La presència d'edificis o estructures en punts propers a la zona emissora, poden produir l'aparició de zones on es detecti una major concentració d'immissió degut a l'efecte building downwash. En aquest estudi, es mostra com els diferents mòduls estructurals que formen la incineradora de Campdorà, a poca distància al nord-est, causant l'aparició d'una zona on es detecta un petit augment de la concentració d'immissió.
- ✓ Gràcies a les noves legislacions referents al procés d'incineració i a la protecció de l'ambient atmosfèric, el procés de incineració ha avançat cap a un procés d'eliminació de residus ambientalment segur.
- ✓ Respecte als anys 80, les característiques dels residus sòlids urbans han canviat. Actualment, degut a l'implantació als anys 90 de la recollida selectiva, aquest contenen una menor quantitat de matèria orgànica, presentant un major poder calorífic. Per aquest motiu, actualment la incineradora ha de treballar al 70 % de la seva capacitat. Amb la modernització dels forns, i introduint forns-caldera en el seu funcionament, la incineradora de Campdorà augmentaria la seva capacitat de tractament, i alhora, obtindria fins a 3 o 4 vegades més energia elèctrica produïda.

REFERÈNCIES

10. REFERÈNCIES

- [1] J.L. Thé. Air Dispersion Modeling Workshop-Course Notes. Lakes Environmental software. Barcelona, 6-7 Noviembre 2006.
- [2] U.S. EPA (2004). AERMOD: Description of model formulation , EPA- 454/R-03-004.
- [3] U.S. EPA (2003). Comparison of Regulatory Design Concentrations, EPA-454/R-03-002
- [4] U.S EPA (1998). Analyses of the CALMET/CALPUF System in a Screening Mode, EPA-454/R-98-010.
- [5] U.S. EPA (1986). Guideline on Air Quality Models (revised), EPA-450/2-78-027
- [6] Comunidad Europea (2000). DIRECTIVA 2000/76/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO, de 4 de diciembre, relativa a la incineración de residuos.
- [7] España (1975). BOE nº 96. Decreto 833/75, de 6 de febrero, por el que se desarrolla la Ley 38/1972, de 22 de diciembre, de protección del ambiente atmosférico.
- [8] España (1992). BOE nº 29. Real Decreto 1321/1992, de 30 de octubre, que establece valores de calidad para las partículas en suspensión y el dióxido de azufre.
- [9] España (2002). BOE nº 260. Real Decreto 1073/2002, de 18 de octubre, sobre evaluación i gestión de la calidad del aire ambiente en relación al dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, partículas, plomo, benceno y monóxido de carbono.
- [10] Catalunya (1994). DOGC nº1986. Decret 323/1994, de 4 de novembre, sobre instal·lacions d'incineració de residus i límits de les seves emissions a la atmosfera.
- [11] Catalunya (2002). DOGC nº 3594. Decret 80/2002, de 19 de febrer, regulador de las condiciones per a la incineració de residus.
- [12] Departament Medi Ambient i Habitatge:
http://mediambient.gencat.cat/cat/el_medi/atmosfera/inici.jsp, data de consulta (03/04/2008)
- [13] Institut d'estadística de Catalunya:
<http://www.idescat.net/>, data de consulta (06/05/2008)

- [14] Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC):
<http://www.icc.es/web/content/ca/index.html>, data de consulta
(04/04/2008)
- [15] Google Maps:
<http://maps.google.es/>, data de consulta (02/03/2008)
- [16] Memòria de residus Girona 2007
<https://www.ajuntament.gi/web/mediambient/memoria07.pdf>
data de consulta (03/05/2008)
- [17] Ajuntament de Girona 2007
<http://www.ajgirona.org/web>
data de consulta (03/05/2008)

GLOSSARI

11. GLOSSARI

Terminología

Emissió: Alliberació de fluid gasos pur o amb material particulat per part d'un focus emissor cap a l'atmosfera.

Immissió: Concentració rebuda d'un determinat contaminant en el medi ambient (sòl, aigua i aire).

Dispersió atmosfèrica: Moviment que experimenten els gasos degut al comportament de l'atmosfera

Building Downwash: Efecte que produeixen els edificis o grans estructures en la dispersió del plomall, provocant un succió del mateix en la part posterior d'aquests edificis.

Plomall: Emissió visible que emergeix d'una xemeneia, composta exclusivament de gasos o partícules i aerosols.

Valorització: Procés pel qual un residu o un component d'un residu torna a ser útil.

Valorització energètica: Operació d'aprofitament del poder calorífic d'un residu, quan és assimilable al d'un combustible i el balanç ambiental és favorable.

Sigles

ECA: Entitat Col·laboradora per a l'Administració.

EPA: Environmental Protection Agency.

ICC: Institut Cartogràfic de Catalunya.

IDESCAT: Institut d'Estadística de Catalunya.

PM₁₀: Partícules de diàmetre inferior a 10 micròmetres.

PST: Partícules en suspensió totals.

RSU: Residus sòlids urbans.

SNCR: Reducció selectiva no catalítica.

USA: Estats Units d'Amèrica.

Compostos químics

CO: Monòxid de carboni.

COT: Carboni orgànic tota.l

HCl: Clorur d'hidrogen.

HF: Fluorur d'hidrogen.

NO₂: Diòxid de nitrogen.

SO₂: Diòxid de sofre.

Unitats de mesura

g/s: Grams per segon.

mg/Nm³: Mil·ligram per metre cúbic normal.

ng/NM³: Nanogram per metre cúbic normal.

ppm: Parts per milió.

µg/m³: Microgram per metre cubic.

t: Tonelada.

