Modelització i simulació fotoquímica mesoscalar del transport del material particulat i gasos a l'atmosfera

Raúl Arasa Agudo

ADVERTIMENT. La consulta d'aquesta tesi queda condicionada a l'acceptació de les següents condicions d'ús: La difusió d'aquesta tesi per mitjà del servei TDX (**www.tdx.cat**) ha estat autoritzada pels titulars dels drets de propietat intel·lectual únicament per a usos privats emmarcats en activitats d'investigació i docència. No s'autoritza la seva reproducció amb finalitats de lucre ni la seva difusió i posada a disposició des d'un lloc aliè al servei TDX. No s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX (framing). Aquesta reserva de drets afecta tant al resum de presentació de la tesi com als seus continguts. En la utilització o cita de parts de la tesi és obligat indicar el nom de la persona autora.

ADVERTENCIA. La consulta de esta tesis queda condicionada a la aceptación de las siguientes condiciones de uso: La difusión de esta tesis por medio del servicio TDR (**www.tdx.cat**) ha sido autorizada por los titulares de los derechos de propiedad intelectual únicamente para usos privados enmarcados en actividades de investigación y docencia. No se autoriza su reproducción con finalidades de lucro ni su difusión y puesta a disposición desde un sitio ajeno al servicio TDR. No se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al resumen de presentación de la tesis como a sus contenidos. En la utilización o cita de partes de la tesis es obligado indicar el nombre de la persona autora.

WARNING. On having consulted this thesis you're accepting the following use conditions: Spreading this thesis by the TDX (**www.tdx.cat**) service has been authorized by the titular of the intellectual property rights only for private uses placed in investigation and teaching activities. Reproduction with lucrative aims is not authorized neither its spreading and availability from a site foreign to the TDX service. Introducing its content in a window or frame foreign to the TDX service is not authorized (framing). This rights affect to the presentation summary of the thesis as well as to its contents. In the using or citation of parts of the thesis it's obliged to indicate the name of the author.

Modelització i simulació fotoquímica mesoscalar del transport del material particulat i gasos a l'atmosfera

Memòria realitzada per Raúl Arasa Agudo per optar al grau de Doctor en Ciències Físiques.

Programa de Doctorat: Meteorologia (2007-2011)

Barcelona, Juny de 2011

Doctorand:

Raúl Arasa Agudo

Directora:

Dra. Maria Rosa Soler Duffour

Departament d'Astronomia i Meteorologia
Universitat de Barcelona

UNIVERSITAT DE BARCELONA

ANNEX 3: Fórmules de Briggs de càlcul de la sobreelevació

El càlcul de l'alçada efectiva d'una font emissora de contaminants és una tema clàssic dins de la contaminació atmosfèrica (Dobbins, 1979; Scorer, 1990; Turner, 1994). Aquest tipus de tractaments venen inclosos en els models de diagnòstics gaussians utilitzats freqüentment en estudis d'impacte ambiental. A continuació resumim la formulació matemàtica del càlcul de la sobreelevació incorporat pel doctorand al sistema de modelització AQM.cat.

Fórmules de Briggs de càlcul de la sobreelevació:

Atmosfera inestable o neutra	$\Delta H = 1.6P^{1/3}x^{2/3}u^{-1}$	Si $x < x_f$ o $x < 10H_g$
	$\Delta H = 1.6P^{1/3}x_f^{\ 2/3}u^{-1}$	Si $x \geq x_f$ o $x \geq 10H_g$
Atmosfera estable	$\Delta H = 1.6P^{1/3}x^{2/3}u^{-1}$	Si $x < x_f$ o $x < 10H_g$
	$\Delta H = 2.4\left(\frac{P}{u \cdot S}\right)^{1/3}$	Si $x \geq x_f$ o $x \geq 10H_g$
Calmes $\left(u < 0.5ms^{-1}\right)$	$\Delta H = \frac{5P^{1/4}}{S^{3/8}}$	$\forall x$

On:

P és la flotabilitat

$$P = g\frac{v_s r^2 (T_s - T_a)}{T_a}$$

g és la gravetat
v és la velocitat de sortida dels contaminats
r el radi de la font emissora
T_s és la temperatura de sortida dels contaminants
T_a és la temperatura ambient

S és el paràmetre d'estabilitat de Hesselberg

$$S = g\frac{\gamma - \alpha}{T_{z=H_{ef}}}$$

γ és el coeficient de refredament per evolució adiabàtica de l'aire sec ($9.8 \cdot 10^{-3}$ K·m^{-1})

α és el gradient vertical geomètric $\left(\alpha = -\frac{\partial T}{\partial z}\right)$

u és la velocitat del vent

x_f és la distància a partir de la qual el plomall no s'eleva més

Atmosfera inestable o neutra: $x_f = 3.5x^*$ $\quad x^* = 14P^{5/8}$ si $P < 55$; $\quad x^* = 34P^{2/5}$ si $P \geq 55$

Atmosfera estable: $x_f = 3.14\frac{u}{S^{1/2}}$

La distància x que considerarem de càlcul de la sobreelevació serà igual a la mitja diagonal (2.12km) del quadrat que defineix cada cel·la del domini de 3km.

Per conèixer la velocitat del vent u a l'alçada de la font s'ha utilitzat un perfil potencial A.1.

$$u_{z=g} = u_{10m}\left(\frac{H_g}{10m}\right)^n \qquad \text{(A.1)}$$

on l'exponent n depèn de les categories de dispersió de Pasquill (CDP) i de si el medi és rural o urbà (taula A.1).

Per conèixer les diferents categories de dispersió de Pasquill utilitzem la velocitat del vent a 10m i la radiació solar (taula A.2).

Taula A.1. Exponents n del perfil potencial segons les diferents categories de dispersió de Pasquill.

CDP	Tipus d'atmosfera	Medi rural	Medi urbà
A	Molt inestable	0.07	0.15
B	Moderadament inestable	0.07	0.15
C	Lleugerament inestable	0.10	0.20
D	Neutral	0.15	0.25
E	Lleugerament estabe	0.35	0.30
F	Molt estable	0.55	0.30

Taula A.2. Categories de dispersió de Pasquill per diferents velocitats del vent i radiació solar.

Velocitat del vent (ms^{-1})	Dia – Radiació Solar (Wm^{-2})				Nit
	>925	675-925	175-675	<175	
<2	A	A	B	D	--
2-3	A	B	C	D	E-F
3-5	B	B	C	D	D-E
5-6	C	C	D	D	D
>6	C	D	D	D	D

Per avaluar els diferents paràmetres meteorològics necessaris en la determinació de la categoria de dispersió de Pasquill, s'han utilitzat els resultats del model meteorològic MM5 i s'obté una alçada efectiva de la font per cada hora del dia.

Per últim, per aconseguir avaluar el paràmetre d'estabilitat de Hesselberg necessitem conèixer la temperatura a l'alçada efectiva de la font utilitzant el perfil A.2 (tractament iteratiu), i el gradient vertical el considerem a partir de les categories de dispersió de Pasquill.

$$T_{z=H_{ef}} = T_{10m} - \alpha\left[H_{ef} - 10m\right] \qquad \text{(A.2)}$$

Taula A.3 Relació entre les categories de dispersió de Pasquill, la velocitat del vent i el gradient vertical de temperatura.

Velocitat del vent (ms^{-1})	$\alpha = -\frac{\partial T}{\partial z}$ (K hm^{-1})						
	>1.5	1.2-1.4	0.9-1.1	0.7-0.8	0-0.6	-2 – (-0.1)	<(-2)
<1	A	A	B	C	D	F	F
1-2	A	B	B	C	D	F	F
2-3	A	B	C	D	D	E	F
3-5	B	B	C	D	D	D	E
5-7	C	C	D	D	D	D	E
>7	D	D	D	D	D	D	D