



Modelado de la Calidad del Aire

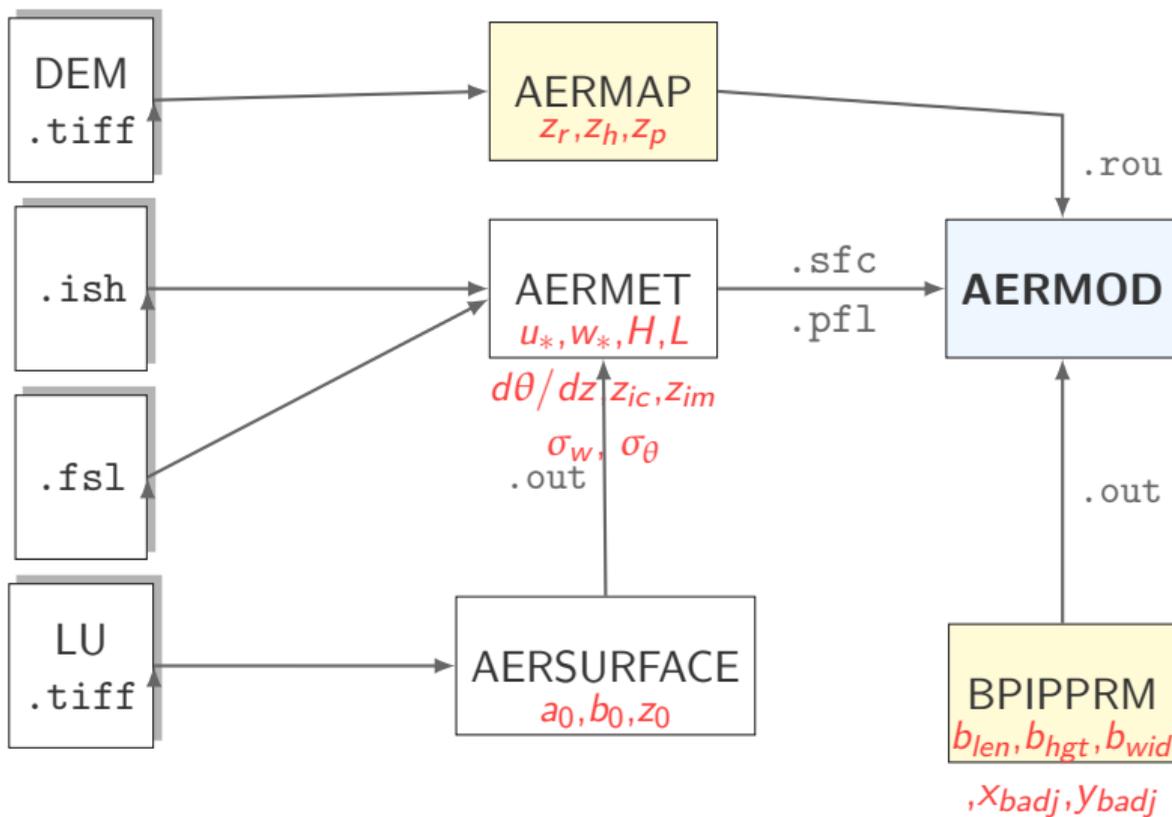
AERMOD: Fundamentos

FAUBA

8 de junio de 2023



Sistema de modelado





Características generales

- ▶ Modelo de pluma gaussiano de estado estacionario.
- ▶ Usa parametrización continua para los coeficientes de dispersión ($\sigma_{y,z}$).
- ▶ Caracteriza la capa límite, usando la teoría de similitud para representar las variables en el perfil de esta.
- ▶ Contempla inhomogeneidades de la PBL mediante el uso de *variables efectivas*.
- ▶ Representa la dispersión en terrenos complejos.
- ▶ Contempla corrientes ascendentes y descendentes mediante una distribución vertical bi-gaussiana.
- ▶ Representa *plume lofting* y la inyección de plumas flotantes a capas estables.

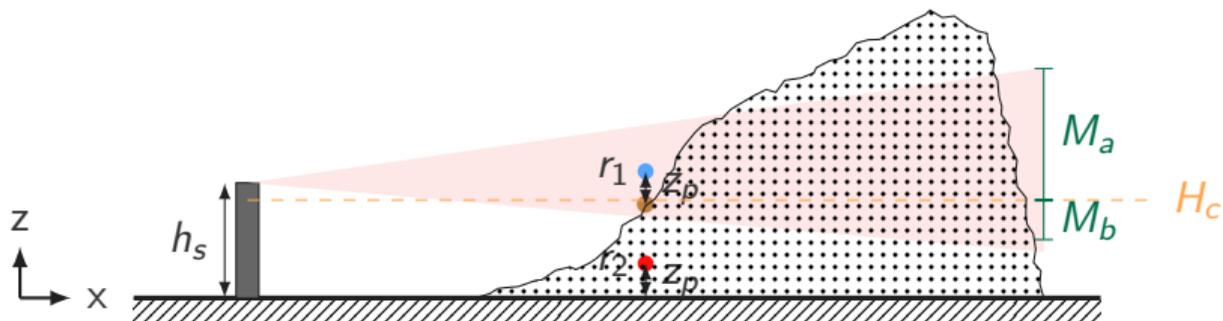


Cálculo de concentraciones

Terreno complejo



AERMOD calcula dos plumas: una ignorando el terreno y otra siguiendo el terreno.



la concentración final es la suma ponderada de estas dos: ¹

$$C_{tot} = f C_{ref} + (1 - f) C_{terr.}$$

¹donde $f = 0,5 + 0,5\varphi_p$ y $\varphi_p = M_b / M_a M_b$. M_a Masa sobre H_c y M_b masa por debajo de H_c . H_c : critical dividing streamline, depende de h_c : hill slope scale (calculado en AERMAT).

Cálculo de dispersión



Fórmula general

$$\bar{c} = \frac{Q}{\tilde{u}} \varphi_y \varphi_z$$

φ_y es la dispersión horizontal:

$$\varphi_y = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_y} \exp\left(-\frac{1}{2} \frac{y^2}{\sigma_y^2}\right)$$

la dispersión vertical φ_z también tiene forma *gaussiana* en [atmósferas estables](#):

$$\varphi_z = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_z} \left\{ \exp\left[-\frac{1}{2} \frac{(z + h_c)^2}{\sigma_z^2}\right] + \exp\left[-\frac{1}{2} \frac{(z - h_c)^2}{\sigma_z^2}\right] \right\}$$

donde h_c es la altura del centro de la pluma.

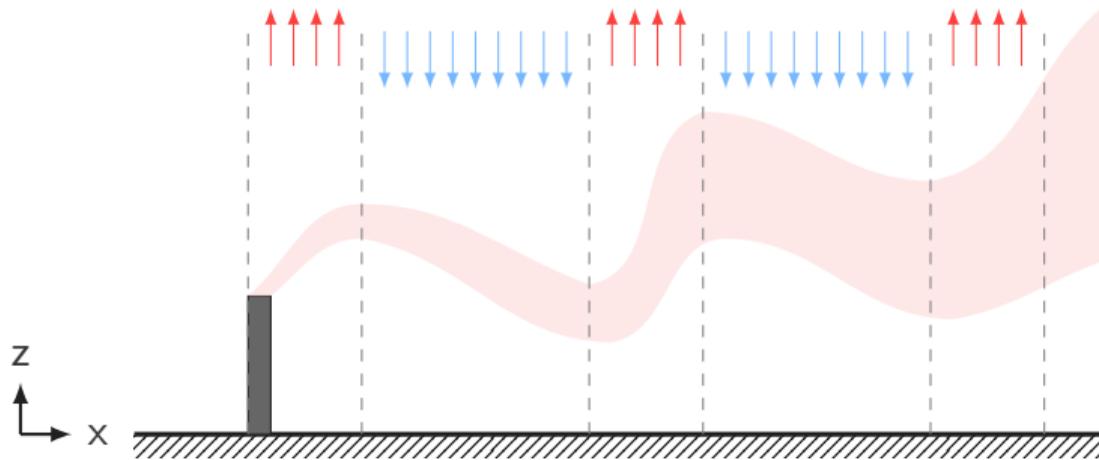
$$h_c = h_s + \Delta z$$

Cálculo de dispersión



Updrafts y Downdrafts

Bajo condiciones **inestables** hay corrientes verticales ascendentes y descendentes:



la concentración promedio resultante es una función Gaussiana asimétrica, que AERMOD calcula usando un φ_z bi-gaussiano.

Cálculo de dispersión en atmósferas convectivas



Para **atmósferas convectivas** la distribución vertical es *bi-gaussiana*:²

$$\varphi_z = \underbrace{\frac{\lambda_1}{\sqrt{2\pi}\sigma_{z1}} \exp\left(-\frac{(z - z_{c1})^2}{2\sigma_{z1}^2}\right)}_{\text{updraft}} + \underbrace{\frac{\lambda_2}{\sqrt{2\pi}\sigma_{z2}} \exp\left(-\frac{(z - z_{c2})^2}{2\sigma_{z2}^2}\right)}_{\text{downdraft}}$$

donde z_c es la altura del centro de la pluma:

$$z_{c1} = h_s + \Delta z + \frac{w_1 x}{u} \quad z_{c2} = h_s + \Delta z + \frac{w_2 x}{u}$$

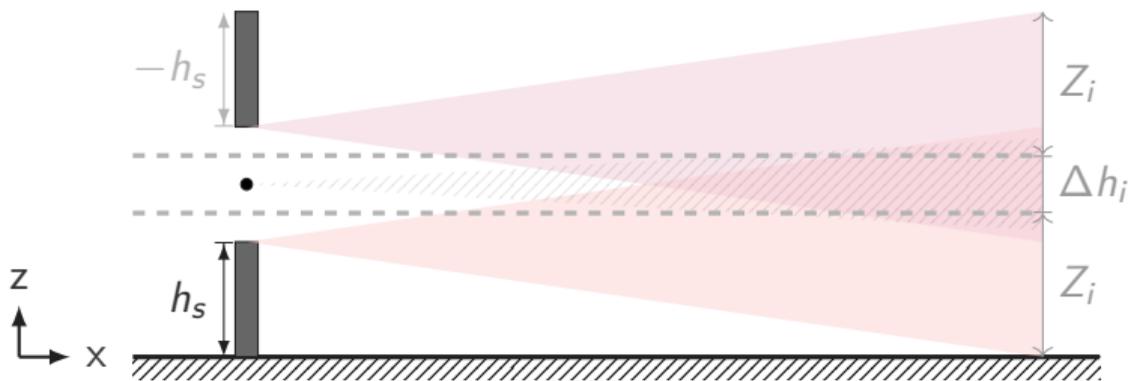
² λ_i coeficiente de partición tal que: $\lambda_1 + \lambda_2 = 1$

Cálculo de dispersión

en atmósferas convectivas



Para representar el efecto de *lofting* y el ingreso de la pluma a una capa estable se calculan 3 tipos de plumas: *directa*, *indirecta* y *penetrada*.



Cálculo de dispersión

en atmósferas convectivas



Pluma **directa**:³

$$\varphi_z = \frac{\lambda_1 f_p}{\sqrt{2\pi\sigma_{z1}}} \exp\left(-\frac{(z - z_{d1})^2}{2\sigma_{z1}^2}\right) + \frac{\lambda_2 f_p}{\sqrt{2\pi\sigma_{z2}}} \exp\left(-\frac{(z - z_{d2})^2}{2\sigma_{z2}^2}\right)$$

Pluma **indirecta**:

$$\varphi_z = \frac{\lambda_1 f_p}{\sqrt{2\pi\sigma_{z1}}} \exp\left(-\frac{(z - z_{r1} - 2z_i)^2}{2\sigma_{z1}^2}\right) + \frac{\lambda_2 f_p}{\sqrt{2\pi\sigma_{z2}}} \exp\left(-\frac{(z - z_{r2} - 2z_i)^2}{2\sigma_{z2}^2}\right)$$

Pluma **penetrada**:

$$\varphi_z = \frac{1 - f_p}{\sqrt{2\pi\sigma_{zp}}} \exp\left(-\frac{(z - h_{ep})^2}{2\sigma_{zp}^2}\right)$$

³ f_p : es la fracción que se mantiene atrapada en la CBL.