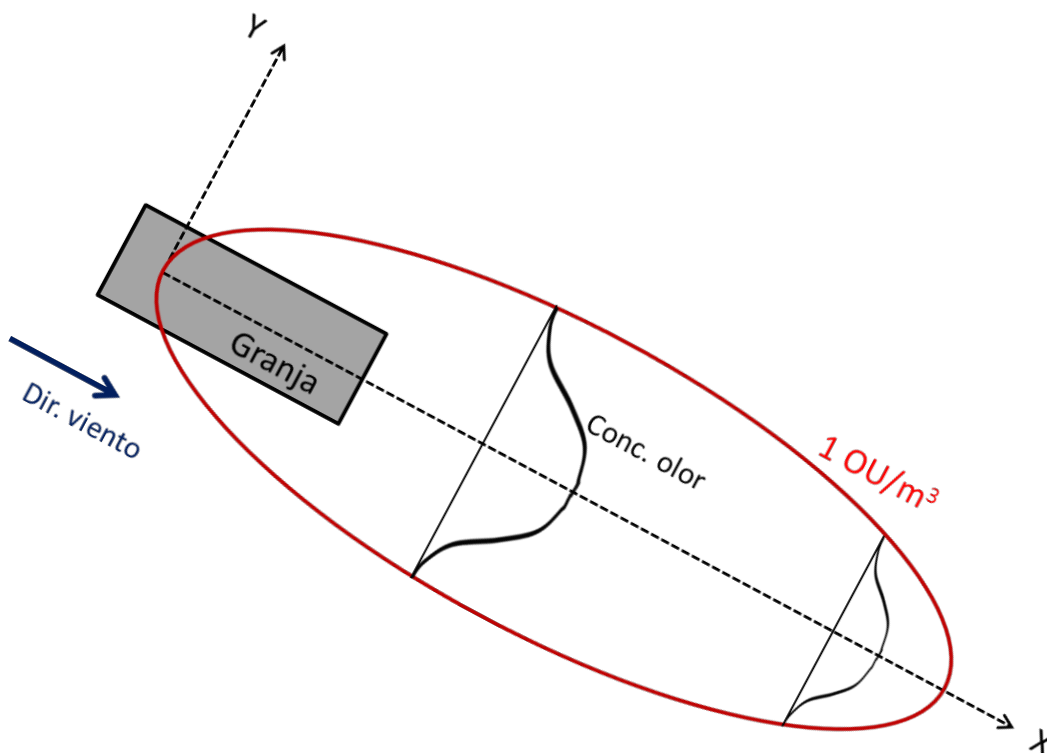


Cálculo del alcance del olor

Salvador Calvet Sanz – Ingeniería Ambiental en la Producción Animal

Os explico a continuación cómo calcular el alcance del olor emitido por una granja. Utilizaremos la ecuación del modelo de dispersión gaussiano. Como es un modelo, el resultado que da es aproximado, y depende en gran medida de las condiciones cambiantes de viento y es menos preciso conforme la topografía se vuelve más irregular o montañosa.

Cuando un contaminante se emite al aire se dispersa de forma aproximadamente gaussiana. Es decir, la concentración es mayor en el punto hacia donde va el viento, y disminuye lateralmente, como podéis ver a continuación (representación en planta).



Para una fuente de emisión a nivel del suelo como la granja (es decir, sin chimeneas como una industria) la ecuación que da el olor es la de la distribución gaussiana, es decir:

$$\bar{C}(x,y) = \frac{G}{\pi U \sigma_y \sigma_z} \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right)$$

Donde:

C es la concentración de olor en unas coordenadas X e Y determinadas. Fijaos que el eje de coordenadas está definido por la dirección del viento mirad la Figura)

G es la generación de olor. Se puede calcular a partir de tablas (en la tarea os adjunto un documento donde podéis encontrar en la Tabla 3 cuánto produce cada animal).

$\pi = 3.14159\dots$

U = velocidad del viento en m/s

σ_y y σ_z : coeficientes de dispersión que dependen de la estabilidad atmosférica.

EN LA PRÁCTICA

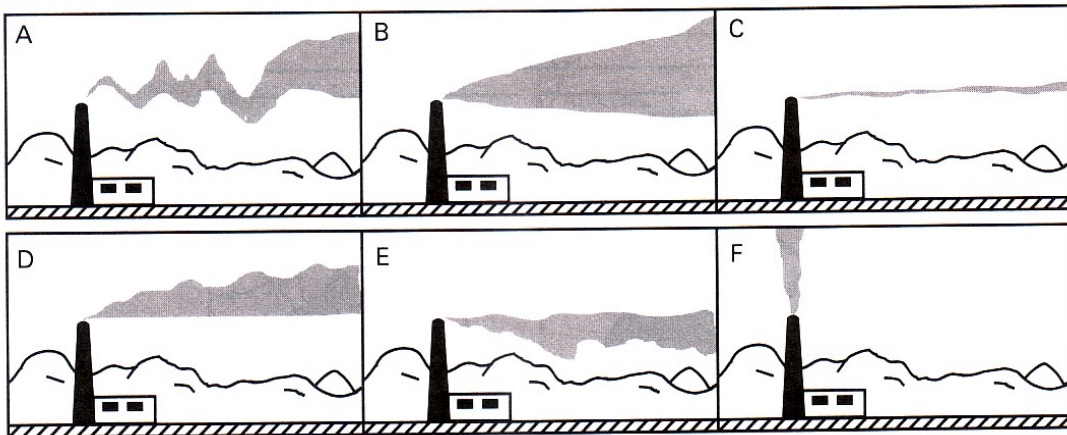
El alcance de olor máximo se da cuando nos movemos en la dirección del viento, es decir, cuando $y=0$

Entonces la fórmula se simplifica porque si $y=0$, y algo elevado a 0 es igual a 1, por tanto la ecuación queda:

$$\bar{C}(x, y) = \frac{G}{\pi U \sigma_y \sigma_z}$$

ESTABILIDAD ATMOSFÉRICA

Es un parámetro atmosférico difícil de medir. Existen clases de estabilidad atmosférica que van de la A (muy inestable) a la F (muy estable).



A diferencia de la temperatura o la velocidad del viento, la estabilidad atmosférica no se puede medir sino que hay que estimarla. Una forma de hacerlo es según lo que se indica en:

<http://www.ceiucaweb.com.ar/documentos/2-ambiental/3er-anio-1er-cuatri/meteorologia/apunte/capa%20de%20mezcla.pdf>

De esa fuente os indico a continuación la tabla clave. Véis que decidir qué clase es depende de la velocidad del viento, de si es de día o de noche, y del sol o nubes que haya. En caso de duda elegir la más desfavorable (más estable) porque dará un mayor alcance del olor.

Velocidad del viento (m/s) a 10 m de altura	Día			Noche (2)	
	Radiación solar incidente (1)			4/8 ≤ Nubosidad ≤ 7/8	Nubosidad ≤ 3/8
	Fuerte mayor que 50 cal/cm ² h	Moderada entre 25 y 50 cal/cm ² h	Débil Menor que 25 cal/cm ² h		
< 2	A	A - B	B	F	F
2-3	A - B	B	C	E	F
3-5	B	B - C	C	D	E
5-6	C	C - D	D	D	D
> 6	C	D	D	D	D

Una vez seleccionada la clase de estabilidad, se pone en la fórmula los coeficientes σ_y y σ_z según estas fórmulas:

$$\sigma_y = a \times x^p$$

$$\sigma_z = b \times x^q$$

En las que a, b, p y q se eligen de la siguiente tabla (coeficientes de dispersión de Pasquill):

Clase de estabilidad	σ_y		σ_z	
	a	p	b	q
A	0.3658	0.9031	0.00025	2.1250
B	0.2751	0.9031	0.0019	1.6021
C	0.2089	0.9031	0.2	0.8543
D	0.1474	0.9031	0.3	0.6532
E	0.1046	0.9031	0.4	0.6021
F	0.0722	0.9031	0.2	0.602

Sólo tenéis que sustituir en la fórmula:

$$\bar{C}(x, y) = \frac{G}{\pi U a x^p b x^q}$$

El alcance del olor es la distancia a la que $C = 1 \text{ OU/m}^3$. Así que sólo queda despejar. Eso son ya matemáticas que os dejo a vosotros.

EJEMPLO

Así, por ejemplo, si tenemos una granja de 20.000 pollos, con una densidad de 15 pollos/m² y la emisión de olor es 16 OU/m²/s, con viento a 3 m/s y clase de estabilidad "B", y nos piden calcular hasta dónde se percibe el olor (C=1 OU/m³):

$$G = 21333 \text{ OU/s} \quad (20000 \text{ m}^2 / 15 \text{ pollos/m}^2 = 1333 \text{ m}^2 \text{ de granja}; \times 16 \text{ OU/m}^2/\text{s} = 21333 \text{ OU/s})$$

$$U = 3 \text{ m/s}$$

$$\text{Clase B: } a=0.2751; p=0.9031; b=0.0019, q=1.6021$$

Con lo que la ecuación a resolver sería:

$$1 = \frac{21333}{\pi \times 3 \times 0.2751 \times x^{0.9031} \times 0.0019 \times x^{1.6021}}$$

A recordar matemáticas!!

La solución es X = 446 m

Para distintas clases de estabilidad las distancias son:

A: 277 m

B: 446 m

C: 494 m

D: 1062 m

E: 1395 m

F: 2830 m

Cuanto más estable es la atmósfera, para el mismo viento y la misma granja, más lejos se percibe el olor.

OS RECUERDO QUE LOS RESULTADOS SON APROXIMADOS, PERO PUEDEN SERVIR PARA TOMAR DECISIONES. P.EJ. SI LA GRANJA ESTÁ A 4 KM DE UN PUEBLO PUEDO ASEGURAR QUE NUNCA TENDRÁ PROBLEMAS POR MALOS OLORES, MIENTRAS QUE SI ESTÁ A 500 M ES PROBABLE QUE SÍ LOS TENGA.

DE FORMA SIMILAR SE PODRÍA CALCULAR, POR EJEMPLO, QUÉ CONCENTRACIÓN DE OLOR HABRÁ A UNA DISTANCIA DETERMINADA CONOCIENDO EL RESTO DE PARÁMETROS.