

INGURUGIRO TEKNOLOGIA

Luis M.Camarero Estela

Arritokieta Ortuzar Irigorri

Natalia Villota Salazar

OCW 2013

4. ATMOSFERAN KUTSATZAILEEN DISPERSIOA

4.1. ATMOSFERAKO DINAMIKA

4.1.1. MUGIMENDU HORIZONTALAK: HAIZEAK

4.1.2. MUGIMENDU BERTIKALAK: EGONKORTASUN ATMOSFERIKOAREN KONTZEPTUA

4.2. AIREAREN KALITATEAREN KONTROLA

4.2.1. KUTSATZAILE DISPERSIOA

4.2.2. DISPERSIOAREN MODELIZAZIOA

4.3. MOTOTS GAUSSIANO MODELUA

4.3.1. ITURRI PUNTUAL BATERAKO OINARRIZKO MODELUA

4.3.2. ALTUERAREKIN AIREAREN ABIADURAREN ALDAKETA

4.3.3. DISPERSIO KOEFIZIENTEAK

4.3.4. MOTOTSAREN GAINGORATZEA

4.3.5. LURZORU MAILAN KONTZENTRAZIO MAXIMOA

4.1. ATMOSFERAREN DINAMIKA

BI MUGIMENDU MOTA: **MUGIMENDU HORIZONTALAK:** HAIZEAK
MUGIMENDU BERTIKALAK: ATMOSFERAREN EGONKORTASUNA

4.1.1. MUGIMENDU HORIZONTALAK: HAIZEAK

KUTSATZAILEAK barreiatzen diren **DIREKZIOA**

EFEKTU EZBERDINAK: T, P, lurraren errotazioa

ZIRKULAZIO GLOBALA: 3 KONTZEPTU

- **MUGIMENDU SINOPTIKOAK:** milaka km
 - **ESKUALDEKO MUGIMENDUAK:** ehundaka km
 - **MUGIMENDU LOKALAK:** km hamarkada batzu
- ITSAS ETA LEHORRALDEKO HAIZEAK
HARAN ETA MENDIKO HAIZEAK
HIRI ZIRKULAZIOA

ITSAS ETA LEHORRALDEKO HAIZEAK

EGUNEAN ZEHAR:

LURRAZALA URA baino BEROAGOA

Lurrazal gaineko AIREA berotzen da $\Rightarrow < \rho \Rightarrow$ IGO

$\uparrow P \Rightarrow$ MASA ALTUEN MUGIMENDUA LURRAZALATIK ITSASORUNTZ

KOSTALDE ZONA BAXUAN HUTSA \Rightarrow HAIZEA ITSASOTIK KOSTALDERUNTZ (**ITSAS HAIZEA**)

GABAN ZEHAR:

ITSASOA LURRAZALA BAINO BEROAGO DAGO

GERUZA ALTUAK \Rightarrow AIREA LURRAZALERUNTZ

GERUZA BAXUAK \Rightarrow ITSAS ATMOSFERAREN HUTSA

AIREA LURRETIK ITSASORA ERAKARTZEN DU (**LEHORRALDEKO HAIZEA**)

HARAN ETA MENDIETAKO HAIZEAK

EGUNEAN ZEHAR

HEGALAK HARANETAKO HONDOA BAINO LAISTERRAGO BEROTZEN DIRA.
HARANEAN AIRE FLUXUA ⇒ ZONALDE ALTUAGOTARA

HARANEAN ZEHAR ⇒ sail altuetara

HARAN HONDOTIK ⇒ hegaletara

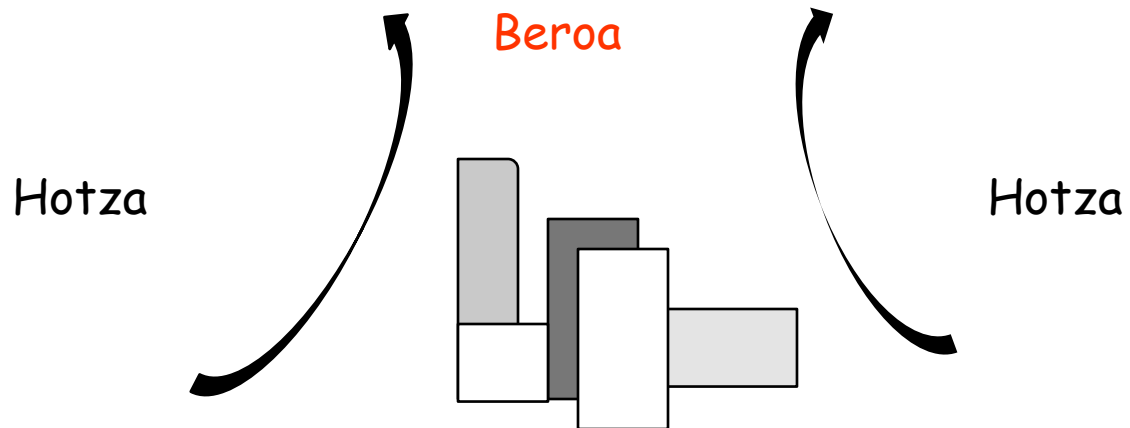
GABAN ZEHAR

HEGALAK HARANETAKO HONDOA BAINO LAISTERRAGO HOZTEN DIRA ⇒ HAIZEAK
ALDATZEN DIRA

HIRI ZIRKULAZIOA

HIRITAN $T >$ INGURUAK

AIREAREN ZIRKULAZIOA \Rightarrow INGURUETATIK HIRIRA



4.1.2. MUGIMENDU BERTIKALAK: EGONKORTASUN ATMOSFERIKOA

GRADIENTE ADIABATIKOA

Alturan zehar, ingurumenarekin berorik trukatu gabe mugitzen den aire masa baten tenperatura aldaketa

$$\Gamma_d = -\frac{dT}{dz} = 1^\circ C / 100 m$$

- IGOTZEN BADA HEDATU ETA HOZTEN DA
- JEISTEN BADA KONPRIMATU ETA BEROTZEN DA

ATMOSFERAREN EGONKORTASUNA

Dispertsio atmosferikozko azterketak

- **ATMOSFERA EGONKORRA:** Dispertsio bertikala mugatzen duten indar fisikoak
- **ATMOSFERA EZEGONKORRA:** Dispertsioa laguntzen duen nahaste bertikal azkarra

EGONKORTASUN ATMOSFERIKOA

Benetazko temperatura gradientea adiabatikoaren ezberdina izan dadin laguntzen duten aldagaiak :

HAIZEAK

EGUZKI RADIAZIOA

BALDINTZA GEOGRAFIKOAK

- **GRADIENTE SUPERADIABATIKOA:** Atmosfera **EZEGONKORRA** $\left(\left| \frac{dT}{dz} \right| > \Gamma_d \right)$
- **GRADIENTE SUBADIABATIKOA:** Atmosfera **EGONKORRA** $\left(\left| \frac{dT}{dz} \right| < \Gamma_d \right)$
- **INBERTSIOA:** **EGONKORTASUN ATMOSFERIKOKO** muturreko kasua $\left(\frac{dT}{dz} > 0 \right)$

IRRADIAZIOAGATIK INBERTSIOA

NEGUTAKO GABA ARGITAN gertatu ohi da

LURRAZALA ATMOSFERA BAINO AZKARRAGO HOZTEN DA

ΔT REN INBERTSIOA LURRAZALETIK GERUZA GERTUETAN

➤ ***KUTSATZAILEAK EZIN DIRA IGO***

➤ ***EZ DIRA BARREIATZEN***

➤ ***METATZEN DIRA***

INBERTSIOA HONDORATZEA DELA ETA

PRESIO ALTUTAKO ZONALDEA (ANTIZIKLOIA)

AIREA BEHERATZEN DUEN ZIRKULAZIOA

Jaisterakoan **BEROTU ETA KONPRIMATZEN** da → **INBERTSIO GERUZA**

Inbertsioa hondoratzeagatik **HILABETEA**K iraun ditzake

4.2. AIREAREN KALITATEAREN KONTROLA

KUTSADURAREN PREBENTZIOA:

EMISIOAK MURRIZTU **PROZEDURA ETA LEHENGAIEN ALDAKETAREKIN**

KUTSADURAREN KONTROLAREN DISPOSITIBOAK :

Kutsatutako isurien TRATAMENDUA kutsatzaileak KENTZEKO/ DEUSESTATZEKO

DISPERTSIOA HOBETZEKO:

KUTSATZAILEAK diluitzeko

FAKTORE METEREOLOGIKOAK

INGURUMEN TENPERATURA

HAIZEA

EGONKORTASUN ATMOSFERIKOA:

GAINGORATZEA

MOTOTS MOTA: konikoa, suge itxurakoa, fumigazioa, flotazioa...

http://www.bvsde.paho.org/cursoa_meteoro/frame_m2.html

4.2.1. KUTSATZAILEEN DISPERSIOA

FOKU ISURTZAILEAREN EZAUGARRIAK

GASAK: isuritako kutsatzaileak, kontzentrazioan isuria, irteerako abiadura, temperatura)

FOKU FINKOAK (puntualak, azalerakoak, iheskorak)

FOKU MUGIKORRAK (beribilak, kamioiak, itsasontziak, hegazkinak)

TXIMINIA: altuera eta diametroa

EGOERA: topografia, oztopoak

4.2.2. DISPERTSIOAREN MODELIZAZIOA

2008/50/CE ZUZENTARAUA, European AIRE KALITATEA eta ATMOSFERA GARBIAGO baten gainera.

- Kontzentrazio datuak prozedura atmosferikoen arabera interpretatu
- Zonalde bakoitzean airearen kalitatea ebaluatu.
- Airearen kalitatea aurrean
- Airearen kalitatearen balio limiteak betetzeko plan eta programak.

Dispertsio ereduak

Atmosferan dauden garraio eta difusio prozedurak.

Iturri batek isuritako kutsatzaileek ze mailaraino duten influentzia airearen kalitatearengan.

EREDU METEOROLOGIKOAK

MM5, RSM, CALMET, WRF, MEMO, TVM, RAMS, HIRLAM, ARPS

DISPERTSIO ETA JARRAIBIDEEI BURUZKO EREDUAK

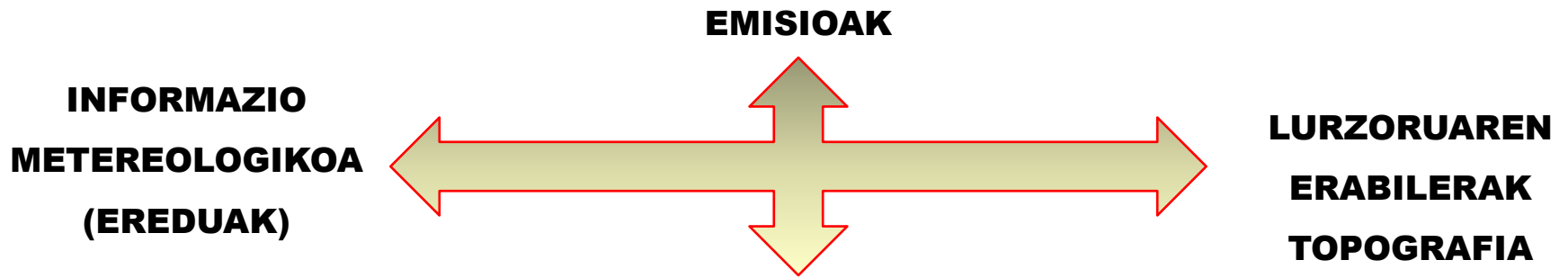
HYSPLIT-troposferako ozonoaren araberako aire masen jarraibideen simulazioa, eguneroko ozono maximoaren iragarpena, APM2, MELPUFF, SLP-2D, FLEXPART, HYPACT

EREDU FOTOKIMIKOAK

CMAQ, CAMX- sakabanatze fotokimikoko eta gas eta partikula fasetan dauden kutsatzaileen garraiorakomekanismo desberdinez osatutako modelizazioa gauzatzen duen sakabanatzeko eredu eulerianoa, OPANA, CHIMERE, MOCAGE

EMISIO EREDUAK

CAMO-hiri ingurunetarako automobilen trafikoko simulazio ereduak, EMIMO, HERMES, MNEQA



LAGRANGE-N MODUKO DISPERSIO EREDUAK

IBILBIDEAK

ERREFERENTZIZKO SISTEMA : korrontean mugitzen diren KUTSATZAILE HODEI BATEAN FIJATZEN DA

SIMULAZIOAK: IZENTRAL NUKLEARRETAN ISTRIPUAK eta LARRIALDITAN

Ez horren egokiak kutsatzaile **ERREAKTIBOETARAKO** edo **BIGARREN MAILAKO** kutsatzailetarako

EULER-EN MODUKO DISPERSIO EREDUAK

ESPAZIOAN BOLUMEN FINKOA

ERREFERENTZIAZKO SISTEMA LUR GAINAZALEAN FINKOA

SIMULAZIOAK: HIRI EDO LURRADE INGURUMENAK

[kutsatzaileak 1° / 2°] erreaktiboak eta erreaktibotasun gutxikoak

4.3. MOTOTS GAUSSIANO EREDUA

4.3.1. ITURRI PUNTUAL BATERAKO OINARRIZKO EREDUA

KUTSATZAILEAREN BATAZBESTEKO KONTZENTRAZIOAK MOTOTSEAN GAUSS-EN kanpaiaren MODUKO banaketa JARRAITZEN DU

ERDIGUNEA TXIMINIAREN ALTUERA ERAGINKORRAK dakar

- **Kutsatzaileen igorpen abiadura = KONSTANTE**
- **Haizeraren abiadura = KONSTANTE**
- **Kutsatzailea kontserbatiboa da** (ez du erreakzionatzen eta ez da jalkitzen)
- **EREMUA LAUA** gutxi gora behera (zelai irekia)
- **EZ dago INBERTSIO GERUZIK**

HIRU DIMENTSIOTAN KUTSATZAILEAREN DISPERSIOA

$$C(x, y, z) = \frac{Q}{2\pi\sigma_y\sigma_z u_H} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{y}{\sigma_y}\right)^2\right] \left\{ \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{z-H}{\sigma_z}\right)^2\right] + \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{z+H}{\sigma_z}\right)^2\right] \right\}$$

$C(x,y,z)$ = **kutsatzailearen kontzentrazioa**

Q = kutsatzailearen **igorpen emisioa** ($\mu\text{g/s}$)

u_H = altuera eraginkorrera haizearen abiadura

y = ardatzarekiko distantzia

σ_y = dispersio horizontalaren koefiziente

σ_z = dispersio bertikalaren koefiziente

$$H = h + \Delta h$$

H : altuera **eraginkorra**

h : altuera **geometrikoa**

Δh : **mototsaren gaingoraketa**

Lurzoru mailan (z=0):

$$C(x, y, z) = \frac{Q}{2\pi\sigma_y\sigma_z u_H} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{y}{\sigma_y}\right)^2\right] \left\{ \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{z-H}{\sigma_z}\right)^2\right] + \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{z+H}{\sigma_z}\right)^2\right] \right\}$$

$$C(x, y) = \frac{Q}{\pi\sigma_y\sigma_z u_H} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{y}{\sigma_y}\right)^2\right] \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{H}{\sigma_z}\right)^2\right]$$

TXIMINIATIK DISTANTZIA:

DISPERTSIO KOEFIZIENTEETAN konprenituta

KUTSATZAILEAREN KONTZENTRAZIOA,C:

Kutsatzailearen igorpen abiadurarekiko zuzenki proportzionala

< C > H (ez dago erlazio linealik)

1 / haizearen abiadura

Tximiniaren altuera eraginkorrean influentzia du

EREDUAREN IRAGARPENA:

GUTXIGORABEHERAKO ESTIMAZIOAK ($\pm\%50$ erroreak ohizkoak dira)

4.3.2. ALTUERAREKIN HAIZEAREN ABIADURAREN ALDAKETA

ZORUTIK 10 MTARA JARRITAKO ANEMOMETRO BATEN DATUAK IZAN OHI DA

ALTUERAK < 100 m

$$\left(\frac{u_H}{u_a} \right) = \left(\frac{H}{z_a} \right)^p$$

u_H = TXIMINIAREN ALTUERA ERAGINKORREAN HAIZERAREN ABIADURA

u_a = BATAZBESTEKO ALTUERAN HAIZEAREN ABIADURA

H = **TXIMINIAREN ALTUERA ERAGINKORRA**

z_a = **ANEMOMETROAREN ALTUERA**

Aldagaiak:

EREMUAREN EZAUGARRIAK

ATMOSFERAREN EGONKORTASUNA

4.3.3. DISPERSIO KOEFIZIENTEAK, σ_y y σ_z

Horizontal eta bertikal desbideratze estandarrak

Gausen kurbaren forma ematen dute

> dispersio koefizienteak > foku isurtzailearen distantzia > kurbaren zabalera < tontorrak
EGONKORTASUN ATMOSFERIKOAREN arabekoak dira

$$\sigma_y = ax^{0.894} \qquad \sigma_z = cx^d + f$$

a,c,d kontsanteak foku isurtzailearen distantziaren arabera eta egonkortasun atmosferikoaren arabera tabulatuak daude

Ikus Pasquill-Guifford kurbak

4.3.4. MOTOTSAREN GAINGORAKETA

BRIGGS-en FORMULAK

• ATMOSFERA EGONKORRA (E, F):

$$\Delta h = 2.6 \left(\frac{F}{u_h S} \right)^{1/3}$$

$$F = gr^2 v_s \left(1 - \frac{T_a}{T_s} \right)$$

$$S = \frac{g}{T_a} \left(\frac{\Delta T_a}{\Delta z} + 0.01^\circ\text{C/m} \right)$$

Δh = mototsaren gaingoraketa

g = Grabitatearen azelerazioa

r = tximinia barneko erradioa

u_h = haizearen abiadura tximiniaren altueran

v_s = irteeran gasaren abiadura

T_s = irteeran gasaren temperatura (K)

T_a = ingurumen temperatura (K)

F = flotabilitatea (m^4/s^3)

S = egonkortasun parametroa (s^{-2})

x_f = hortik gaingoraketarik ez dagoeneko distantzia

• ATMOSFERA NEUTROA EDO EZEGONKORRA (A,B,C,D):

$$\Delta h = \frac{1.6 F^{1/3} x_f^{2/3}}{u_h}$$

$$x_f = 120 F^{0.4} \quad \text{baldin eta } F \geq 55 \text{ m}^4/\text{s}^3$$

$$x_f = 120 F^{5/8} \quad \text{baldin eta } F < 55 \text{ m}^4/\text{s}^3$$

4.3.5. LURZORU MAILAN KONTZENTRAZIO MAXIMOA

HAIZEAREN DIREKZIOA, $y = 0$

$$C(x,0) = \frac{Q}{\pi \sigma_y \sigma_z u_H} \exp\left[-\frac{1}{2} \left(\frac{H}{\sigma_z}\right)^2\right]$$

Kontzentrazio maximoak

$$\sigma_z = \frac{H}{\sqrt{2}}$$

σ_z -tik posizio eta kontzentrazio maximoa lortzen da

$$C_{\max} = \frac{0,1171 Q}{u_H \sigma_y \sigma_z}$$