

HIRI INDUSTRIAL BATEN POLUZIOA:

ANALISI OROKORRA

M.D.GONZALEZ ECENARRO;A.IRABIEN GULIAS;M.ORTIZ URIBE eta
A.ROMERO SALVADOR

Kimika-Teknikako Departamentua.Zientzi Fakultatea
EUSKAL HERRIKO UNIBERTSITATEA. P.K. 644 - BILBO

airearen poluzioaren ezaugarri orokorrak.

Airearen poluzioa adierazteko definizio asko daude.Hala noia,1967. irailaren 14ean Europako Kontseiluak emandakoa:"Oraingo ezaguera zientifikoan arabera airea poluiturik dagoela esaten da,substantzia estrainio bat duen edota beraren osagaien proportzio-aldagarritasun bereziak eragin kaltegarria duenean"(1).

Gaur egun,hirigunetako airearen konposaketa eta aire garbierena zeharo desberdinak dira.Problema hau zibilizazio hiritar eta industrialaren ondorio bat da.Azken urteotan leku batzuetako industri bilakaera handia izan da.Horregatik batzutan,industri eta bizi-lekuak nahastuta aurkitzen ditugu.

Industri bilakaera hau plangin

tzarik gabe egin da, interes ekonomikoak bakarrik kontutan hartuz eta airearengan izango zuen eraginez pentsatu gabe. Arazoa hain larria izanez gero, Erakunde Ofizialak ikertzaile batzuren laguntzarekin, arazo honetaz lan egiten hasi dira.

Atmosferan dauden poluitzaileak horrela klasifika ditzakegu:

a) Sufre-konposatuak. Atmosferan SO_2 bezala sartzen da, bertan SO_3^- ra pasaturik oxidazio baten bidez; honetaz gain, H_2SO_4 ere bihurtzen dira eta honek sulfato batzua (MSO_4) ekoitz ditzake. SO_x , sulfurearen beste oxido batzua ere ager daitezke eta azkenik H_2S , hidrogeno sulfuroa ere aurki dezakegu.

b) Nitrogeno-konposatuak. NO_x , nitrogenoaren oxido edo NH_3 , amoniako bezala formatzen dira. Transformazio batzuren bidez, nitrogenoaren beste oxido eta nitrato (MNO_3) batzua ere agertzen dira.

c) Karbono-konposatuak.

c.1) Konposatu ezorganikoak. CO , karbono monoxidoa eta bera oxidatuz sortzen den CO_2 , karbono dioxidoa atmosferaren osagai natural batenez, beraren kontzentrazioa

normala baino handiagoa denean soilik kontsideratzen da poluitzaile.

c.2) Konposatu organikoak. Hidrokarburo alifatikoak eta aromatikokoak, aldehidoak, zetonak eta azido organikoak dira.

d) Partikula solido eta likidoak. Sail honetan ondoko hauek daude: hautsak, keak, lainoak eta aerosolak (edo zein partikula-hodei biltzen dutenak).

e) Azkenean, nahiz eta kontzentrazio txikitara agertu, oso eragin kaltegarria daukaten beste poluitzaile-talde batzua hartu behar ditugu kontutan: halogenoak eta beraien azidoak eta metalak (beruna, merkurioa, kobaltua eta abar).

Geroago aipatutako poluitzaileak atmosferara botatzen direnean beste poluitzaileekin erreakziona dezakete, konposatu berriak sortuz, adibidez, nitrogeno oxidoen eta hidrokarburoen arteko erreakzioak ozonoa (O_3) ematen du; gero ozonoak atmosferan erreakzionatzen jarraitzen du.

poluitzaileen emisioa

Poluitzaile-emisioaren balioa, iturriaren irteeran neurtutako KOR

II. TAULA. BIZKAIAN, 1973. ean, AKTIBITATE POLUITZAILLE GARRANTZITSUENEN POLUITZAILLEEN EMISIOA (Portzentatietan)

	Portzentatietan					
	SO ₂	Partikulak	CO	NO _x	Hidrokarburoak	Portzentatietan
Automobilak	1,4	6,5	71,8	13,8	21,1	19,3
Berokuntz instalazioak	0,3	0,2	3,8	1,1	2,8	2,9
Zaramaren errekontza	0,1	5,0	18,1	3,5	32,4	6,5
INDUSTRI INSTALAZIOAK						
Termikak	31,1	1,5	0,5	43,1	1,5	18,9
Petrolioaren errefinategia	20,0					
Errekontza	28,5	21,9	5,2	32,4	3,1	21,5
Azido sulfurikoaren fabrikazioa	5,5	64,9	0,6	6,1	39,1	30,9
Lehengaiaren erabilketa	10,4					
Industri instalazioen portzentatietan	95,5	88,3	6,3	81,6	43,7	71,3
Portzentatietan totala	100	100	100	100	100	100

I. TAULA. INDUSTRI AKTIBITATEETAN SORTZEN DIREN POLUITZAILEAK

AKTIBITATE MOTA	Partikulak	SO ₂	NO	HC	SO ₃	F	Usainak	Cl ₂	Hg	HCl	Be	Co	Pb	H ₂ S
Berogailua	X	X	X											
Depurazio-instalazioak														
Erregaien pilaketa				X										
Azido sulfurikoa	X	X			X									
Azido nitrikoa			X											
Fosforoaren erredukzioa	X					X								
Detergente eta xaboiak	X													
Azido fosforikoa	X													
Pintura eta bernizak	X						X							
Sodio kloruroaren fabrikazioa								X						
Azido Klorhidrikoa									X					
Ongarri fosfatatuak	X					X								
Elikagaien prestatuntza	X					X								
Garauaren lehortasuna	X					X								
Algodoiaren prestatuntza	X													
Berilioaren fabrikazioa										X				
Mercurioaren errefinaketa														
Burdina eta altzairua	X	X	X			X			X				X	
Metalgia ez-burdinezkoa	X	X	X											
Aluminioa	X					X								
Berunaren fusioa	X		X											X
Burdin aleazioak	X		X											
Burdina grisaren fundizioa	X		X								X			
Zemento-instalazioak	X	X	X											
Asfalto-instalazioak	X		X				X							
Ikatzaren garbiketa	X													
Petrolioaren errefinategiak	X	X	X	X			X				X			X
Instalazio petrokimikoak														
Paper-pastaren fabrikazioa	X	X					X				X			X

tzentrazioa da. Poluitzaileen iturriak talde hauetan klasifikatuz ditzakegu: industri instalazioak, automobilak, berokuntz instalazioak eta hondakinen errekuntza.

Talde bakoitzak poluitzaile desberdinak eta proportzio desberdinetan ematen ditu.

a) Industri instalazioak. Honako hauek aurki ditzakegu:

a.1) Errekuntz prozesuak; industri instalazio gehienetan daude.

a.2) Prozesu espezifikoak (2). Errekuntzaren industri prozesua. Hor sortzen diren poluitzaileak hauek dira: SO_2 -a, partikulak, CO -a, NO_x -ak eta hidrokarburoak.

Nitrogeno oxidoak, errekuntzarako beharrezkoa den aireko nitrogenoaren eta oxigenoaren arteko erreakzioan sortzen dira. Errekuntz maila, prozesuaren tenperaturarekin erlazionatua dago.

Atmosferara bota diren SO_2 -a eta partikulek erregaiaren motaz dependatzen dute. Poluitzaileen emisioa txikiagotu egiten da ikatzaren ordeztasunarekin eta horren ordeztasunarekin gas naturala erabiltzen denean.

Karburo monoxidoa eta hidrokarburoak, errekuntza osoa egiten ez denean sortzen dira. Beraien kantitateek errekuntz mota eta erabili den erregaiaren dependatzen dute.

Lehenengo taulan industri aktibitate bakoitzaren poluitzaileak azaltzen dira (1. Taula).

b) Automobilak. Automobilek sortzen dituzten poluitzaileak errekuntz prozesuen karakteristikokoak dira: SO_2 -a, partikulak, CO -a, NO_x -ak eta hidrokarburoak. Beruna, gasolinara botatzen diren aditibo antidetonatzaileetatik dator. Automobilek sortzen duten SO_2 -aren kantitatea oso txikia da erabiltzeko gasolinak eta fuelek oso SO_2 gutxi bait dute. Baina CO eta hidrokarburoaren kantitateak, oso handiak izaten dira errekuntza osagabea denean.

Diesel motoreek partikula-kopuru handia sortzen dute. Poluitzaileen emisioak automobil barruko ezaugarrietatik (motorraren eta erregaiaren mota...) eta kanpoko beste aldagaietatik (trafikoaren egoera, zirkulazio-abiadura, e.a.) dependatzen du.

c) Berokuntz instalazioak. Erre-

kuntzaren prozesua egiteko erabiltzen diren instalazio finkoak berogailuak dira. Aurreko atalean emandako azalpenak berokuntz instalazioetarako ere balio dute. Hiri askotan, erabiltzen duten erregaia kontrolatzen hasi dira. Kontrolatzea oso zaila da, berokuntz instalazioak indibidualak direnez. CO-a eta hidrokarburoak errekontza osagabea denean soilik ekoizten dira.

d) Zaramaren errauspena. Zaramaren errauskailu batek egiten duen kutsadura, industriaren errekontzarena bezalakoa da, baina poluitzaile sekundarioen konplexutasuna handiagoa da industriari baino hondakin desberdin gehiago bait daude.

Poluitzaile horien emisioen proportzioak zaramaren konposaketaz dependatzen du. Proportzio hau hiri bakoitzean desberdina da.

Bigarren taulan, Bizkaiko poluitzaileen emisioaren portzentaiak poluitzaileen aktibitate nagusien barruan azaltzen da(3).

emisio-faktoreak.

Iturri batek emititzen dituen

poluitzaileen kantitateekin erlazionatzen diren balio numerikoei emisio-faktoreak deritze. Faktore hauek neurtzeko errazak izan behar dutenez, lehengaiaren pixua, erabilitako erregaiaaren kantitatea, ... eta abar autatu ohi dira.

Balio orokorrak kalkulatzeko, leku batetako emisio faktoreak ezagutzea oso inportantea da. Kasu bakoitzean, ezaugarri espezifikoak agertzen direnez, ezin daiteke ondorio orokorrik atera; beraz, iturri bakoitzerako faktoreak kalkulatu beharko dira.

Iturri finkoetan erraza da emisio-faktoreak ebaluatzea, lehengaiak eta instalazioaren barruan gertatzen den prozesua ondo azter bait daitezke. Iturri higikorretan ebaluazio hau egitea askoz zailagoa da, finkatueta baino, iturrien barruko faktoreen (erabilitako motor eta erregai-mota) eta kanpokoaren arabera (zirkulazio-abiadura eta trafikoko dentsitatea) emisioak aldatzen bait dira.

poluitzaileen inmisioa. eragina duten faktoreak.

Edozein puntutan neurturiko atmosferaren poluitzaileen kontzentrazioei inmisio-balioak de-

ritze. Inmisioa ez da botatzen diren substantzien kantitatea zeren eta, poluitzailea bota eta gero, beste prozesu batzu gertatzen bait dira, eta ondorioz, botatzen diren substantzia guztiek ez dute intzidentzia berdina.

Prozesuok, baldintzapen meteo-rologiko eta topografikoen eta beste emisioen arabera, kontzentrazioak kaltegarriak izatea eraqin dezakete.

Atmosferan, kontrakzio guztiak prozesu adiabatikoen bidez egiten direla kontsidera daiteke, temperatura berdintzeko ingurugiroarekiko bero-trukatzea, nahiko abiaduraz ez bait da egiten.

Airearen masa elemental bat atmosferatik igoten denean, gero eta presio txikiagoaren pean dago eta horregatik dilatatzten da, bere temperatura txikituz.

Masa hau atmosferatik jaisten denean, kontraktoa gertatzen da. Presioak gero eta handiagoak dira eta bere temperatura handitu egiten da. Atmosfera lehorretik igoten den masa gaseoso elementalaren hozte abiadurari "gradien

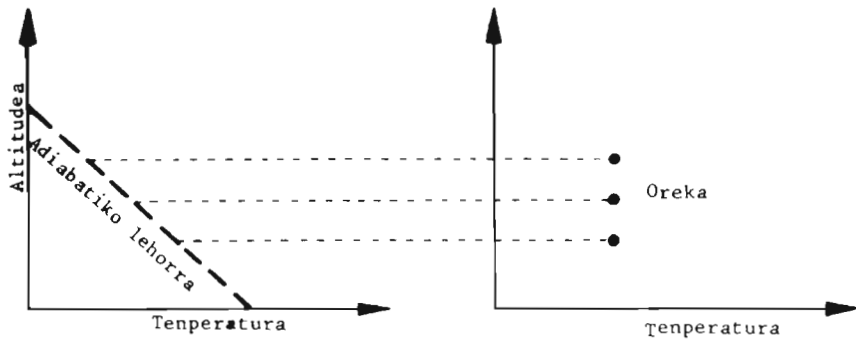
te adiabatiko lehorra" deritzo ($10^{\circ}\text{C}/\text{km}$ izanik). Baina normalki baldintzapen adiabatikorik ezin da aurkitu eta errealitatean hiru motatako atmosfera diferente hauek aurki ditzakegu.

1) Atmosfera indiferentea. Hone-tan baldintza adiabatikoak be-tetzen dira. Masa gaseosoek at-mosferaren edozein tokitan ten-peraturea berdina dute eta beraz dentsitate berdina dute. Masa ga-seosoen higidura, hasierako des-plazamendu-indarrek eman diete-na bakarrik izan daiteke.

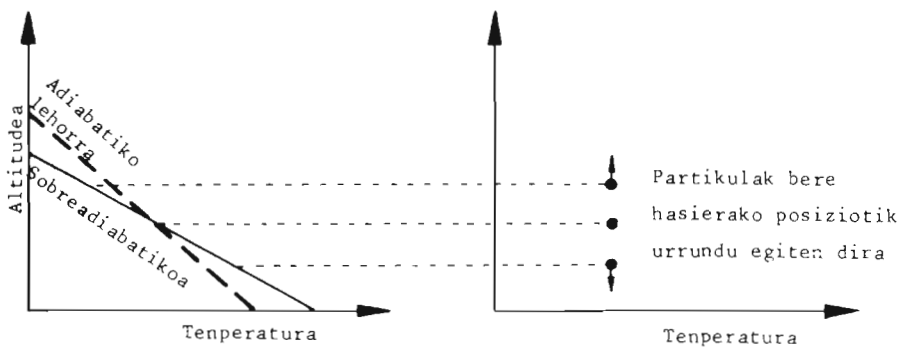
2) Ezegonkorra. Tenperaturaren jaitsiera, gradiente adiabatiko lehorra baino handiagoa da, atmosfera sobreadiabatikoan bait dau-de. Masa gaseosoa jaisten hasten bada, airea baino hotzagoa eta dentsoagoa denez jaisten jarraituko du. Igoten hasten bada, airea baino beroago eta arinagoa denez gorantz jarraituko du.

Atmosfera sobreadiabatikoa, poluitzaileen difusiorako fabo-ragarria dela ondoriozta dezake-gu.

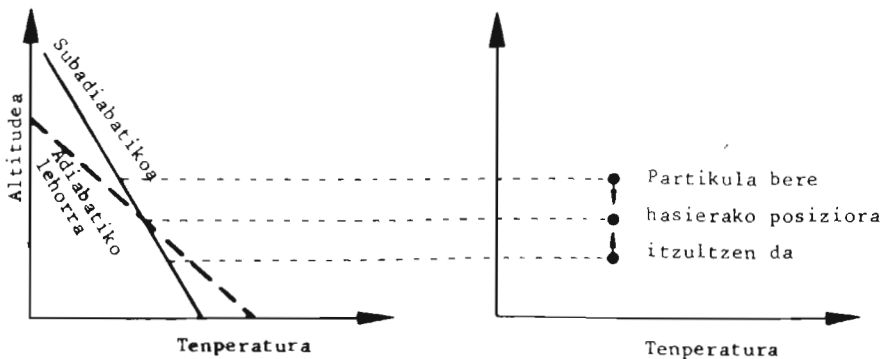
3) Egonkorra. Atmosfera subadia-



1. Irudia: Atmosfera indiferentea



2. Irudia: Atmosfera sobradiabatikoa



3. Irudia: Atmosfera subadiabatikoa

batikoan gaudenean tenperatura-
ren jaitsiera, gradiente adiabati-
ko lehorra baino txikiagoa da.
Masa gaseosoa jaisten hasten ba-
da, bere hasierako posiziora itzu-
liko da, airea baino beroago eta
arinagoa bait dago. Igoten hasten
bada, airea baino hotzago eta as-
tunagoa izango da eta bere hasie-
rako posiziora itzuliko da baita
ere.

Atmosfera subadiabatikoa polui-
tzaileen difusiorako kaltegar-
ria dela ondoriozta dezakegu.

Normalki, oskarbi deneko ten-
peraturaren jaitsiera bertikala
adiabatikoa da. Eguzkiak beheko
atmosfera berotzen badu, sobre
diabatikoa izan daiteke. Baina
gauean lurrak hotza hartzen du.
Egoera hauek "tenperaturaren in-
bertsioa" sorrerazten dute.

Baldintza klimatologiko bat-
zuek inbertsio-egoera fabora-
tzen dute hala nola: neguko
egoera klimatikoak; honetan in-
bertsioak denbora asko iraun
bait dezake; lurraren kapazita-
tea beroa absorbitzeko eta gal-
tzeko; lainoak eta abar.

Inbertsioa poluitzaileen dis

pertsiorako egoerarik kaltegar-
rriena da, beraien igotea eragoz-
ten eta geruza baxuenetan gel-
dierazten bait du.

Haizeek, normalki poluitzaile-
leen dispertsioa errazten dute,
poluitzaileen difusioaren ikas-
ketan, haizearen direkzioa eta
abiadura faktorerik garrantzi-
tsuenak dira.

Turbulentzia. Haizeek polui-
tzaileak sakabanatzen dituzte
eta atmosfera baldintzapen adia
batikoetara eramanez, airearen
geruzak nahastu egiten dituzte.
Haize indartsuak egoten direne-
an, ez da inoiz ematen tenpera-
turaren inbertsiorik, fenomeno
hau eguraldi lasaitan baka-
rrik sortzen da.

Eurijasek eragin positiboa
dute, atmosferan dauden polui-
tzaile batzu behera bait doaz.
Gainera eurijasek poluitzaileen
dispertsioan ere parte hartzen
dute.

Topografiak ere oso eragin
handia dauka tenperaturaren gra-
dientean:

a) Haranaren eragina. Haran batek

poluitzaileen dispersioa eragozten du. Airearen haranaren hondotan hotz gelditzen da; tenperaturaren gradiente anormal bat eta atmosferaren egonkortasuna laguntzen duen lainoen formazioak ekoizten ditu.

b) Hiri-lekuen eragina. Hiri-lekuek poluitzaileen dispersioa laguntzen dute atmosferaren beheko partea berotzen bait ditzuzte, egoera ezegonkorra ekoizten dutelarik.

c) Itsaso eta lakuen hurbiltasunaren eragina. Ur-masek poluitzaileak leku batetik beste leku batera mugierazten dituzten haizeak ekoizten dituzte. Fenomeno hau batzutan positiboa eta besteetan negatiboa da.

Leku batetako inmisioa neurtzeko, sensoreak ipini behar dira. Gaur egun poluitzaileen kontzentrazioaren balioak epe laburretan erregistratzeko konputagailuak eta sentore automatikoak erabiltzen dira.

inmisio modelo matematikoak.

Airearen kalitatea adierazteko modelo matematiko baten bidez

kalkulurako eskema bat dugu. Espazioaren eta denboraren arabera kausa zehatzak ezagutuz, modelo matematiko hauek poluitzaile baten kontzentrazioa simulatzeko gai dira (4).

Modeloak honela klasifikatuz gero: difusio-modeloak, modelo estatistikoak eta modelo analogikoak.

a) Difusio-modeloak, fenomeno berraren analisiari dagokionez, teoria bat sorrerazten dute. Teoria hau, balio experimentalekin konparatuko da. Modelo horien bidez ekuazio batzu atera behar dira.

Modelo hauek hiru taldeotan klasifikatuz gero: lehenengo taldean gaussiarren modeloak, klimatologi modeloak eta kaxa-modeloak.

b) Modelo estatistikoak, lege matematiko batzuetaz inmisio-balioak kausa zehatzekin erlazionatuz gero, lege hauek, datu kopuru handia erabiliz atera ohi dira.

Modelo hauek inmisio-datuak eta parametro meteorologikoen analisi estatistikoak erabiltzen

dituzte.

c) Modelo analogikoak,laborategi berezietan,modeloek baldintzapen errealen berregintza bat egiten dute.Modelo hauen bidez neurri batzu hartuz,egoera kaltegarriak edota arriskugarriak aurrikus daitezke.

laburpena.

Airearen kutsadura arazo handia dugu:alde batetik faktore askotaz dependatzen du eta bestalde oso inportantea da,jenderaren osasunean eragiten bait du. Herri guztietan,zeintzu inmisio-balio permiti daitezkeen adierazten duen legislazioa atera da(5).

Leku poluituetako poluzio maila zein den jakiteko,sentsore bat jartzen da.Poluzioaren maila altua bada hiru gauza egin behar dira:

1) Iturri bakoitzaren poluitzaileak adierazten diren inbentario bat,poluitzaileen emisio-balioak determinatzeko.

2) Egoera erreala aldiuneko eza-gutzea permititzen duen inmisio-balioen neurketa.

3) Modelo matematiko bat,poluzio orokorrean iturri baten eragina zein den jakiteko.

Berauek betez gero,poluzioaren maila behertzeko ekin behar zaien iturriak ezagunak izango dira.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- N.DOTREPPE-GRISARD."La pollution de l'air" 1972
- 2.- SUBSECRETARIA DE PLANIFICACION "Medio ambiente en España" 1977
- 3.- ECONOMIA INDUSTRIAL."La industria española en 1973"
- 4.- "Estudio de la viabilidad de un modelo de predicción de la contaminación atmosférica en el Gran Bilbao".Madrid 1979
- 5.- DECRETO 833/1975 de 6 de Febrero por el que se desarrolla la ley 38/1972 de 22 de Diciembre de protección del ambiente atmosférico B.O.E. n°96,22 abril 1975.