

OZONOA:

ADOSTASUNAREN BIDEAN

Joxerra Aizpurua Sarasola

HIESa oraingo gaixotasuna den bezala, ozonoaren eskasia gaur egungo industria nahiz teknologiaren kontrolik ezaren ondorio dela esan daiteke. Bi kasuetan nahikoa ongi finkatu da arazoaren erruduna zein den, baina soluziobideetan ez dago adostasun osoa oraindik.



Hego Poloan dauden ikerketa-baseetan handiena "McMurdo" deiturikoa da.

HURRENGO maiatzean bost urte beteko dira Joe Farman, B. Gardiner eta J. Shanklin jaunek beren ikerketen berri "Nature" aldizkari ospetsuan eman zutenetik. Guk "Elhuyar. Zientzia eta Teknika"ren 8.

alean, hau da, 1987ko apirilean, lehen aldiz plazaratu genituen ozonoari buruzko berriak. Orduz geroztik eta hiru urte beteko diren unera arte berri-iturri aberatsa izan da ozonoaren auzia eta hau aukera egokia izan daiteke buruhauste honen eboluzioa azaltzeko. Azalpen ho-

nek, aipatutako artikulu hartan izango du hasiera.

Artikulu haren izenburuari begiratzen badiogu, hots, "Ozono-maila txikiagotzen ari da" izenburuari, gaur egun erabat indarrean dagoela esan dezakegu; orduz geroztik "zuloa" areagotu egin bait da.

“Gaur egungo ikerketek esaten dutenaren zain gauden bitartean, lau hipotesi nagusi daude fenomeno hau esplikatzen nahian” esaten genuenetik, gauzak dexente aldatu dira. Ikerketa haiei esker hipotesi bat nagusitu zen besteen gainetik eta baieztatu ere egin zen. Hortaz, arazoaren mamia gure gizarteak atmosferara isuritako hondakinetan datzala gaur egun ez du dudan inork jartzen. Ozono-geruza gehien kaltetzen duena zein substantzi mota den ere ezaguna da, hots, klorofluoro hidrokarburoen (CFC) familia. Horrek ez du esan nahi beste substantzia kaltegarriak ez dagoenik; beren ozonoaren kaltetze-indizea txikiagoa dela baizik. Adibidez, erregai fosiletatik isuritako nitrogeno oxidoez ozonoa kaltetzen dute, baina ez CFCen tamainan.

Diagnostiko honetan zientzilari eta ikerlari gehienak ados daude, nahiz eta fenomenoaren egitura oso oraindik ulertu ez.

Baina, noiz eta non sortzen da ozono-zuloa?

Aski ezaguna da orain arte alarma Hego Poloan izan dela. Beraz, hau izango da gure azterketaren kokapen geografikoa.

Orrialde hauetan aztertuko ez ditugun zenbait fenomeno naturalen bidez, estratosferan haizeek ekuatoretik poloetarantz joateko joera dute. Beraz, arrazoi honegatik estratosferan dauden substantziak ere, poluitzaile izan ala ez, poloetarantz bidea hartzen dute. Hala ere, poloetan dagoen atmosfera gutxitan berritzen da eta horregatik poloetako atmosfera laborategi kimiko berezitat hartzen da. Zientzilariek egoera honetaz jabetu izan direnez, aspaldidanik hasi ziren leku hauetan ikerketak egiten. Ozono-maila konkretuki, 1957. urteaz geroztik izan da neurtua.

Ozono-kantitatea neurtzeko gehien erabili eta erabiltzen den unitatea, dobson unitatea da. Honelaxe definitzen da:

“1 cm²-ko oina duen zilindro bertikal batean dauden ozono-molekulak atmosfera bateko presioan eta 20°C-ko tenperaturan jartzen badira, dobson unitate batek 0,01 mm duen ozono-geruza adierazten du”.

Lurreko puntu desberdinetan ozono-maila neurtzen badugu, hau erabat aldatokorra dela (geografiarekiko nahiz denborarekiko) konturatuko gara. Ozono-



Globo hauek oso maiz erabiltzen dira ozono-neurketak egiteko

maila 200 dobsonetik 500 dobsoneraino alda daiteke leku batetik bestera, hau da, 2 mm-tik 5 mm-ra bitartean.

Berriro Hego Polara itzuliz, 1980. urte bitarteko neurketak bertako ozono-maila 280 eta 350 dobson bitartean aldatzen zela ikusi zen, urtero sasoi konkretu batean minimo bat lortzen zelarik. Sasoi hau irailean edo urrian izaten zen; negutik udaberrirako aldaketa gertatzen denean hain zuzen ere.

1980. urtetik aurrera egindako neurketek sortu zuten larritasuna zientzilarien artean. Urtez urte %20 txikiago izaten zen ozono-maila. Orain arteko minimoa 1987. urtean gertatu zen; 110 dobsonekoa gutxi gorabehera. 1989. urtean antzeko balioa baino altuxeagoa izan zen minimoa. Minimo hauek irailean azken asteetan eta urriaren lehen asteetan gertatzen direla errepikatu nahi dugu. Beraz, irakurle, une honetan ez dago zuzerik Hego Poloan.

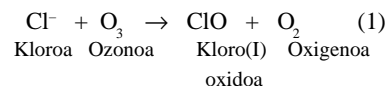
Arazoaren sortzailea 1988. urtean zehaztu zen. Aurretik susmoak baldin bazeuden ere, urte honetara arte ez zen

atmosfera gertatzen zen erreakzio-katea argitu.

Hego Poloan estratosferan gertatzen den erreakzio-prozedura hauxe da terminologia kimiko zehaztuz sartu gabe:

“Atmosfera dagoen kloro nitratoa (ClONO₂) azido klorhidrikoarekin (HCl) elkartzen denean, azido nitrikoa (HNO₃) eta kloro-molekula (Cl₂) nahiz azido hipoklorosoa (HOCl) sortzen dira. Eguzkia agertzen denean kloro-molekula nahiz azido hipoklorosoa disoziatu egiten dira Cl[•] sortuz.”

Cl[•] atomoa da hain zuzen ere ondoko formula honen arabera ozonoari erasotzen diona:



Ondoren azido hipoklorosoa eguzki-izpien eraginez desegin egiten da eta askatutako Cl[•] atomoak berriro (1) erreakzioari ekiten dio.

Batezbeste kloro-atomo batek 100.000 ozono-molekula desegin ditzake.

Aipatutako erreakzio gutxi hauek gertatzeko oso baldintza klimatiko bereziak behar dira. Alde batetik estratosferan -80°C baino

temperatura txikiagoa behar da eta bestetik, aldi berean, eguzki-izpiak behar dira. Bi baldintza hauek batera aurkitzea oso zaila da. Negutik udaberrirako iraganaldian bakarrik gertatzen da hori. Eguzkiak jotzen duenean, estratosfera berotu eta ezinezko bihurtzen du lehen deskribatutako erreakzioak burutzea.

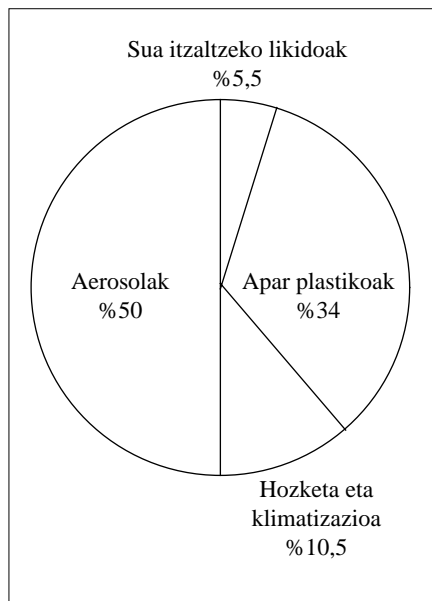
Kloro-atomoa errudun nagusizat izendatu badugu ere, azken hilabeteotan beste substantzia kaltegarriagoa bada-goela jakin izan da, hots, bromoa. Hala eta guztiz ere, atmosfera dagoen kloro-kantitatea bromoarena baino askoz ere handiagoa denez, kloroa jarriko dugu ozono-erasotzaileen zerrendaren lehen postuan.

Elementu halogenatuen (hots, Cl eta Br-ren), erantzukizuna frogatu ondoren, erraza izan zen substantzia kaltegarriak zehaztea. Gure industrietatik atmosferara isuritako substantzien artean elementu halogenatuak dituztenak CFC familiako substantziak dira. Substantzia hauei kaleko hizkeran freoi (Cl dutenak) eta haloi (Br dutenak) deritze.

Urtzen ez diren izotz hauen gaina laborategi erraldoi bihurtu da

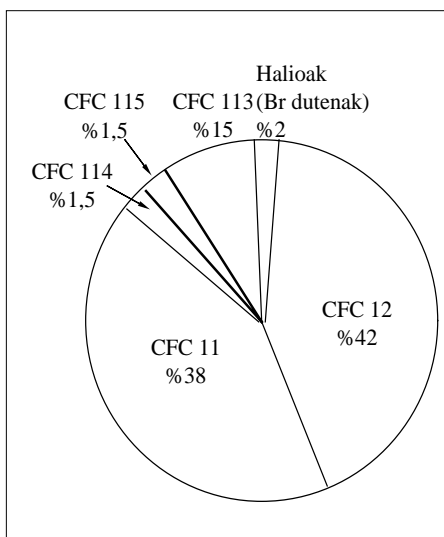


Ondoko eskema honetan European CFCak zertan erabiltzen diren ikus daiteke:



CFCen gaur egungo erabilera European

CFCen produkzioa urtez urte hazi da. CFC 11 eta CFC 12 dira gehien erabiltzen diren substantziak, baina ez dira bakarrak ondoko eskeman ikus daitekeenez:



Substantzia bakoitzaren garrantzia gaur egungo produkzioan

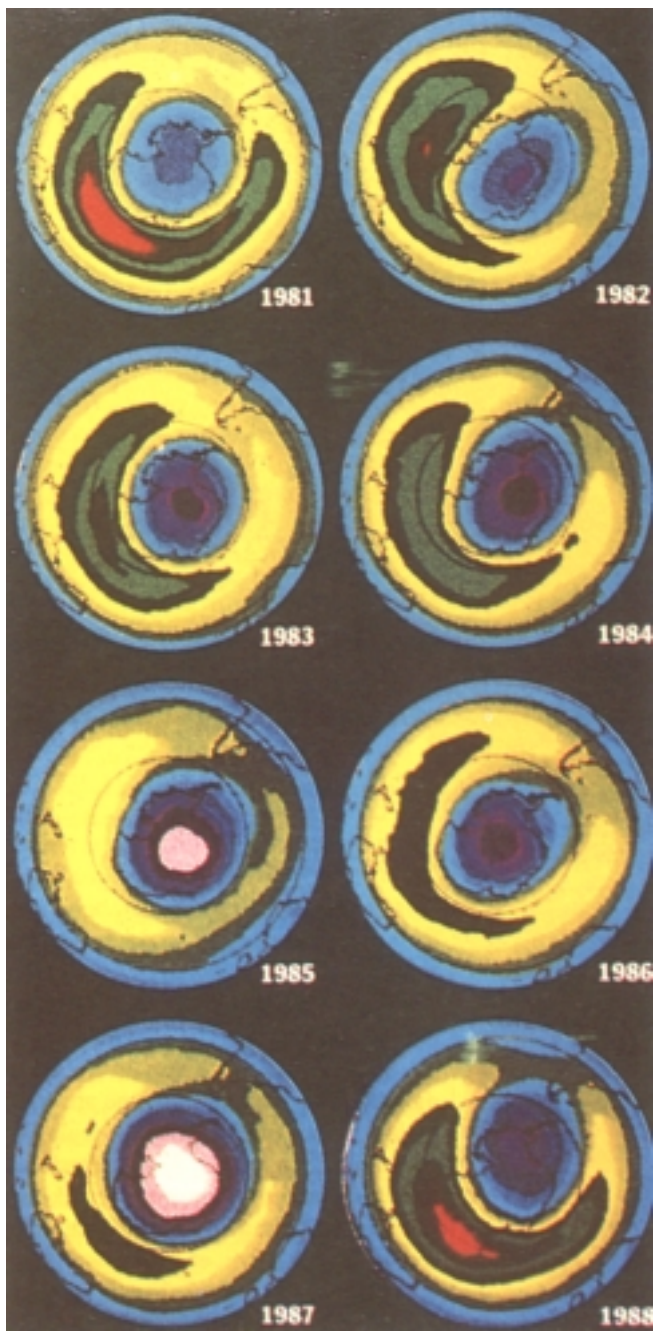
Une honetan mundu osorako estimatzen den CFCen produkzioa 1,15 milioi tonakoa da eta horretaz gain ikus ondoko koadroan substantzia bakoitzaren batezbesteko bitzitza:

Izena	Batezbesteko bitzitza (urtetan)
CFC 11	58
CFC 12	100
CFC 113	98
CFC 114	250
CFC 115	520

Substantzia hauek atmosferara isurtzen direnean ez dira berehala estratosferara igotzen. Igoera oso motela da, hau da, 10 eta 20 urte-bitarteko epea behar dela estimatzen da. Honen arabera orain ozonoari erasotzen ari zaizkion substantziak 1960-1970 hamarkadan isuritakoak dira. CFCen produkzioa 1970. urte-tik gaurdaino ikaragarri hazi dela kontutan hartuz, oso etorkizun larria iragar daiteke XXI. menderako. Une aproposa da hau natura ez dela batera lineala esateko, hots, emandako datuek etorkizun beltza iragartzen badute ere, naturak ongi ezagutzen ez ditugun defentsa-mekanismoak ditu eta beraz, etorkizunari buruz-



Aerosolak erabiltzerakoan ozonoaz gogoratu behar dugu



*Nimbus-7
satelitetik ateratako
irudi hauek, ozono-
zuloaren eboluzioa
azaltzen dute*

oztopatzen omen ditu. A zer nolako suer-
tea! Hau naturak eskain dezakeen uste-
gabe bat besterik ez da.

Artikulu honen izenburuan “adosta-
sun bidean” esaldia erabili dugu; ados-
tasuna lortzeko gai bat badagoelako hain
zuzen. Arazo honen konponketan sor-
tzen dira desadostasun nabariak orain-
dik. Argi dago substantzia kaltegarrien
produkzioa erabat moztuko balitz ozo-
noaren arazoa konponbidean legokeela,
baina hauek hitz politak besterik ez dira.
Zenbat jende langabezian?; gure gizar-
tean ezinbesteko diren zenbait produktu
nola ordezkatu?; garapen bidean dauden
zenbait herrialderen plangintza ekono-
mikoak nola bideratu?

Hauek dira soluzioa mugatzen edo
baldintzatzen duten galderetako batzuk.

1987. urtean Montreal-en egin zen
nazioarteko batzar batean, lehen eraba-
kia hartu zen arazoa konpondu nahian.
Bertan honako hau onartu zen:

“2000. urterako CFC substantzien
munduko produkzioa 1986. urtean izan-
dakoaren erdira jaitsi beharko da.”

Baina urte horretantxe Hego Poloan
lortutak ozono-maila txikiak, erabaki
hori ez zela aski frogatu zuen. Geroago,
Helsinki eta Londres-en nazioarteko
batzarretan erabaki gogorrak hartu
dira, beti ere erabaki hauen onarpena
nazio bakoitzaren esku utziz.

Oro har, nazio aurreratuek edo gara-
tuek garapen bidean dauden nazioek
baino posibilitate gehiago dute produk-
zioa eteteko edo ordezkatzeko. Produktu
ordezkatzailak, egon badaude merka-
tuan. Hauetako batzuk CFC substantzi
famiarioak dira eta ozonoa kaltetzen ez
badute ere, beren propietateak ongi eza-
gutzen ez direnez mesfidantza handiz
ikusten dira.

“... ozonoaren gutxitzeak Lurra jo-
tzen duten izpi ultramoreen kantitatea
handiagotu egingo luke eta ondorioz
lehen aipatutako azaleko minbizia eze-
zik, landare eta animalien hiltzea, muta-
zioak, atmosferaren aldaketa, etab. luze
bat gertatutako lirarteko.” Honelaxe
amaitzen genuen gure artikulua. Baiezta-
pen honek balio osoa du gaur egun ere.
Laborategitan egindako frogak, eskala
txikian bederen, izpi ultramoreen maila
handitzeak izango lukeen eragin teorikoa
praktikan egiaztatu egin dute. Gainera,
CFC substantzietan, karbono oxidoek
bezala, negutegi-efektua areagotzen
dute. Beraz, irakurle, datuak datu era-
bakiak hartzen hasi beharko dugu. ■

ko baieztapenak egiten direnean duda-
muda handiak eduki beharra dago.

Oraindano arazoa bereziki Hego Po-
loan azaleratu da, baina azken urteotan
Ipar Poloan lehen alarmak piztu dira.
Gainera, munduko produkzio-zatirik
handiena ipar hemisferioan egiten dela
kontutan hartuz, badirudi kezkatzeko
arrazoiak egon daitezkeela. Baina, Ipar
Poloan zergatik ez da Hego Poloan be-
zain egoera larrikeria azaldu?

Galdera honi erantzuteko bi lekueta-
ko baldintza klimatikoak aztertu behar
dira. Hego Poloan urez inguratuta da-
goenez, ur honek ia isolatuta mantentzen
du bertako atmosfera. Aldiz Ipar Poloan
kontinentez inguratuta dagoenez, aire-

aldaketa maizago suertatzen da. Hala ere
lehen sintomak azaldu direnez gero,
estatu industrializatuak larri xamar da-
biltza; oso hurbil bait daude Ipar Polotik.

Ozonoa estratosferan dagoenean, oso
efektu onak ditu biziarentzat; izpi ultra-
moreei iragaten ez bait diete uzten. Baina
gure herrietako kaleetan poluzioaren
eraginez sortzen denean, gure osasuna-
rentzat oso kaltegarri izan daiteke. Ipar
hemisferioan estatu industrializatuena
daudenez, poluzio bidetik sortutako ozo-
no-kantitatea ez da mesprezagarria. Ozo-
no hau troposferan metatuz doa (hau da,
lurretik 10 km-ko altuera bitartean) eta
orain dela hilabete batzuk jakin izan
denez, ozono honek ere izpi ultramorea