

Corso di Laurea Triennale in
“SCIENZE BIOLOGICHE”

Anno Accademico 2023-2024

IGIENE

Aria- Inquinamento atmosferico - Microclima

Prof.ssa Valeria Di Onofrio

valeria.dionofrio@uniparthenope.it



SIS

Scuola Interdipartimentale
delle **Scienze**, dell'**Ingegneria**
e della **Salute**

DIPARTIMENTO DI SCIENZE E TECNOLOGIE (DIST)

ATMOSFERA

Miscela di gas, particelle solide e liquide che avvolge la Terra.

La sua composizione si modifica all'aumentare della distanza dal suolo.

COSTITUZIONE CHIMICA DELL'ARIA ATMOSFERICA

COMPONENTI PRINCIPALI:

N ₂	78%
O ₂	20.9%
Ar	1%
CO ₂	0.03%

ALTRI GAS:

Ne	8 ppm
He	5 ppm
CH ₄	2 ppm
N ₂ O	0.5 ppm
H ₂	0.05 ppm

STRATI DELL'ATMOSFERA

TROPOSFERA (fino 15 Km dal suolo)

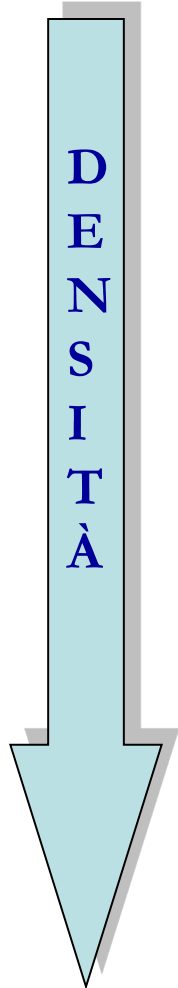
STRATOSFERA (da 15 a 30 Km)

OZONOSFERA (da 30 a 60 Km)

MESOSFERA (da 60 a 85 Km)

TERMOSFERA (oltre 85 Km)

ESOSFERA (oltre i 1.000 km)



GRANDEZZE FISICHE

❖ **PRESSIONE:** determinata dal peso dell'aria (760 mmHg a livello del mare)

❖ **TEMPERATURA:** determinata dal riscaldamento solare e dalle radiazioni riflesse dal suolo (variazione di 0,98°C ogni 100 m di altitudine)

❖ **UMIDITÀ:** determinata dal vapore acqueo

UA = peso in grammi di vapore acqueo contenuto in un m³ di aria

UM = quantità massima in grammi di vapore acqueo in un m³ di aria ad una certa temperatura

$$UR \text{ (umidità relativa)} = \frac{UA \text{ (umidità assoluta)}}{UM \text{ (umidità massima)}}$$

INQUINAMENTO ATMOSFERICO

DEFINIZIONE:

«ogni modificazione dell'aria atmosferica, dovuta all'introduzione nella stessa di una o di più sostanze in quantità e con caratteristiche tali da ledere o da costituire un pericolo per la salute umana o per la qualità dell'ambiente oppure tali da ledere i beni materiali o compromettere gli usi legittimi dell'ambiente».

(Art. 268 del decreto n.152/2006, T.U. ambientale)

INQUINAMENTO ATMOSFERICO

Secondo la definizione dell'OMS l'inquinamento atmosferico è “limitato alle situazioni in cui l'atmosfera all'aperto contiene sostanze in concentrazioni dannose per l'uomo e per l'ambiente circostante”

Il livello di esposizione degli individui dipende dal luogo in cui essi risiedono e dal tempo trascorso all'aperto

TIPI DI INQUINAMENTO

- ❖ **ATMOSFERICO:** da veicoli, impianti di riscaldamento, attività produttive.
- ❖ **ACUSTICO E DA VIBRAZIONI:** la pressione sonora è espressa in dB (decibel). Per un aumento di pressione sonora di 3 dB la potenza del suono **RADDOPPIA**, ed i danni da rumore consistono in ipoacusia (perdita dell'udito), calo di rendimento al lavoro, dell'attenzione alla guida e dell'apprendimento a scuola oltre a danni ossei ed articolari per i lavoratori esposti a vibrazioni (macchinari stradali e industriali).

FATTORI FAVORENTI L'INQUINAMENTO ATMOSFERICO

1. Sorgenti di contaminazione
2. Fenomeni che ostacolano il processo di diluizione:
 - assenza di vento
 - inversione termica



SORGENTI DI INQUINAMENTO

SORGENTI NATURALI

- ✓ polveri
- ✓ fumi
- ✓ masse di acqua aerosolizzate
- ✓ gas sulfurei
- ✓ vulcani
- ✓ combustione di boschi e foreste



SORGENTI ARTIFICIALI

- ✓ processi combustivi
- ✓ processi di cottura, riscaldamento
- ✓ lavori in miniera, perforazioni
- ✓ processi chimici
- ✓ processi nucleari ed atomici



TIPI DI INQUINANTI

PRIMARI

Prodotti originari, naturali o derivati dall'attività umana, emessi direttamente nell'atmosfera

SECONDARI

Prodotti derivati da reazioni (trasformazioni/combinazioni) tra inquinanti primari

CONCENTRAZIONE DEGLI INQUINANTI

- **EMISSIONE:** quantità di un determinato inquinante misurata a livello della fonte di inquinamento.
- **IMMISSIONE:** quantità di inquinante misurata a livello del suolo.

INQUINAMENTO

URBANO

- VASTE AREE

Ampio numero di persone

- Livelli modesti di concentrazione

- Inquinamento omogeneo

- *Sorgenti:*

Impianti di riscaldamento

Traffico motorizzato

INQUINAMENTO

INDUSTRIALE

- AREE LIMITATE

(emissioni localizzate)

- Concentrazioni abnormi con variazioni sensibili

- Inquinamento generalmente eterogeneo

- *Sorgenti:*

Effluenti industriali

NATURA DEGLI INQUINANTI

1. CONTAMINANTI FISICI
2. CONTAMINANTI CHIMICI
3. CONTAMINANTI BIOLOGICI

CONTAMINANTI FISICI

- **RADIAZIONI IONIZZANTI**

- **non corpuscolate:** raggi X/raggi gamma
- **corpuscolate:** radiazioni alfa/radiazioni beta

- **RADIAZIONI NON IONIZZANTI**

- **ultraviolette (UV)** (100 - 400 nm)
- **infrarosse** (> 700 nm)

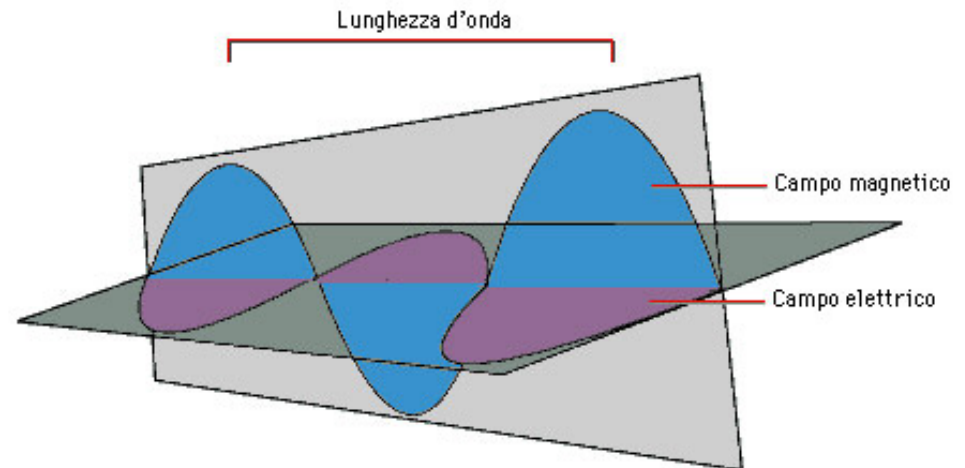
- **MICROONDE E RADIOFREQUENZE**

- **RUMORE**



RADIAZIONE ELETTROMAGNETICA

Trasferimento di energia da un punto all'altro dello spazio senza la necessità di un supporto materiale



RADIAZIONI ELETTROMAGNETICHE

NELLA VITA DI TUTTI I GIORNI

- ❑ LUCE DEL SOLE
- ❑ Linee di energia elettrica
- ❑ Televisione e Radio
- ❑ Telefoni cellulari
- ❑ Forni a microonde - Altri elettrodomestici
- ❑ Applicazioni mediche

CONTAMINANTI CHIMICI

riscaldamenti veicoli	⇒	SO ₂	⇒	SO ₂ particolato
riscaldamenti	⇒	SO ₃	⇒	piogge acide
veicoli riscaldamenti	⇒	NO	⇒	piogge acide
veicoli	⇒	NO ₂	⇒	smog ossidante
veicoli combustioni	⇒	CO	⇒	competizione per Hb affinità 240 > O ₂
1/3 naturale 2/3 combustioni	⇒	CO ₂	⇒	effetto serra

Negli ultimi anni si sono ridotte le emissioni di NO_x e di SO_x, per effetto degli interventi effettuati sul traffico, sulla composizione dei carburanti e sulla depurazione dei gas di scarico; maggiore importanza vanno assumendo le particelle solide sospese volatili (Particulate Matter: PM 10, PM 2.5, PM 1)

CONTAMINANTI BIOLOGICI

- **SAPROFITI**
- **COMMENSALI**
- **PARASSITI**

PRINCIPALI FATTORI DETERMINANTI:

- resistenza ambientale
- via di penetrazione
- carica, patogenicità, virulenza
- fattori meteorologici

CONSEGUENZE

DELL'INQUINAMENTO ATMOSFERICO

EFFETTO SERRA

Anidride carbonica, metano, vapore acqueo e cloro-fluoro-carburi (gas serra) sono caratterizzati da un elevato assorbimento ad alcune lunghezze d'onda dell'infrarosso e dalla capacità di restituire parte dell'energia assorbita dalla Terra. Nel «Protocollo di Kyoto» del 1997 i Governi si sono impegnati a ridurre le emissioni di gas serra per ottenere la riduzione di 1°C di temperatura a livello globale entro un secolo

EFFETTO FRIGORIFERO

Alcune polveri e alcuni gas quali SO₂ immessi in atmosfera dal vento o dalle attività umane agevolano il coagulo delle molecole di vapore fungendo da “nuclei di condensazione”. Le nebbie o nubi così formatesi impediscono il passaggio della radiazione solare, con conseguente diminuzione della temperatura superficiale.

SMOG

Gli inquinanti urbani, agendo come nuclei di condensazione, producono lo smog (smoke=fumo + fog=nebbia)

Il livello di smog dipende dalle quantità di inquinanti immesse nell'aria dalle sorgenti e dalle condizioni atmosferiche che ne determinano la dispersione

Fenomeni che ostacolano il processo di diluizione:

- assenza di vento
- inversione termica

L'INVERSIONE TERMICA

La temperatura dell'aria decresce (di circa 1 C° , ogni 100 m) con l'allontanamento dal suolo.

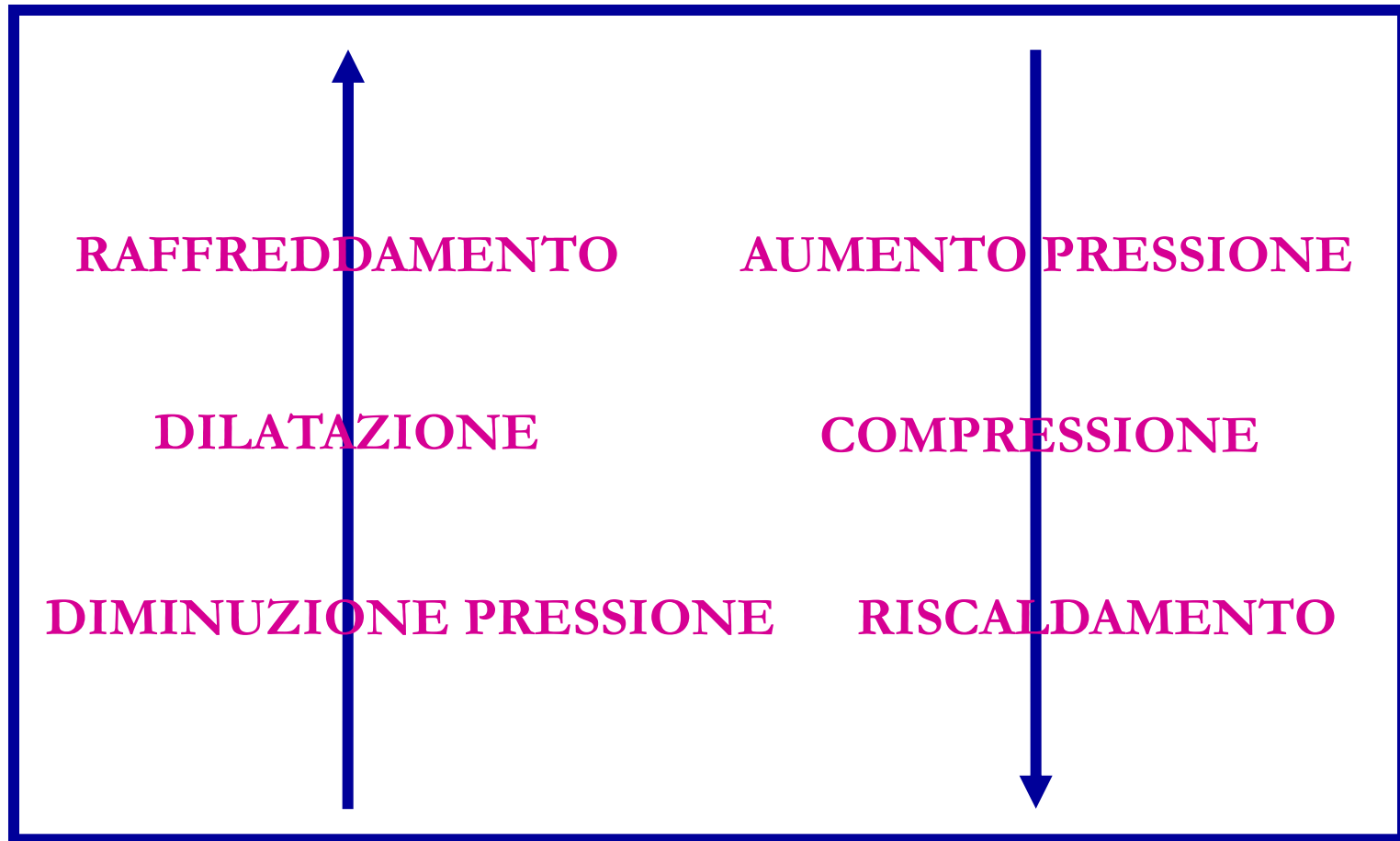
Questo consente l'allontanamento (verso l'alto) degli inquinanti prodotti dalle attività umane.

In condizioni particolari, gli strati superiori possono avere una temperatura più elevata, impedendo la fuga degli inquinanti verso l'alto.

L'INVERSIONE TERMICA

L'aria vicino al suolo può essere raffreddata per cause climatiche (gelo) (**inversione da radiazione**) (es. smog di Milano), oppure per cause di venti marini (caldi) che sovrastano l'aria inquinata (più fredda) della città (es. Los Angeles, Atene, Tokyo) (**inversione da stasi**)

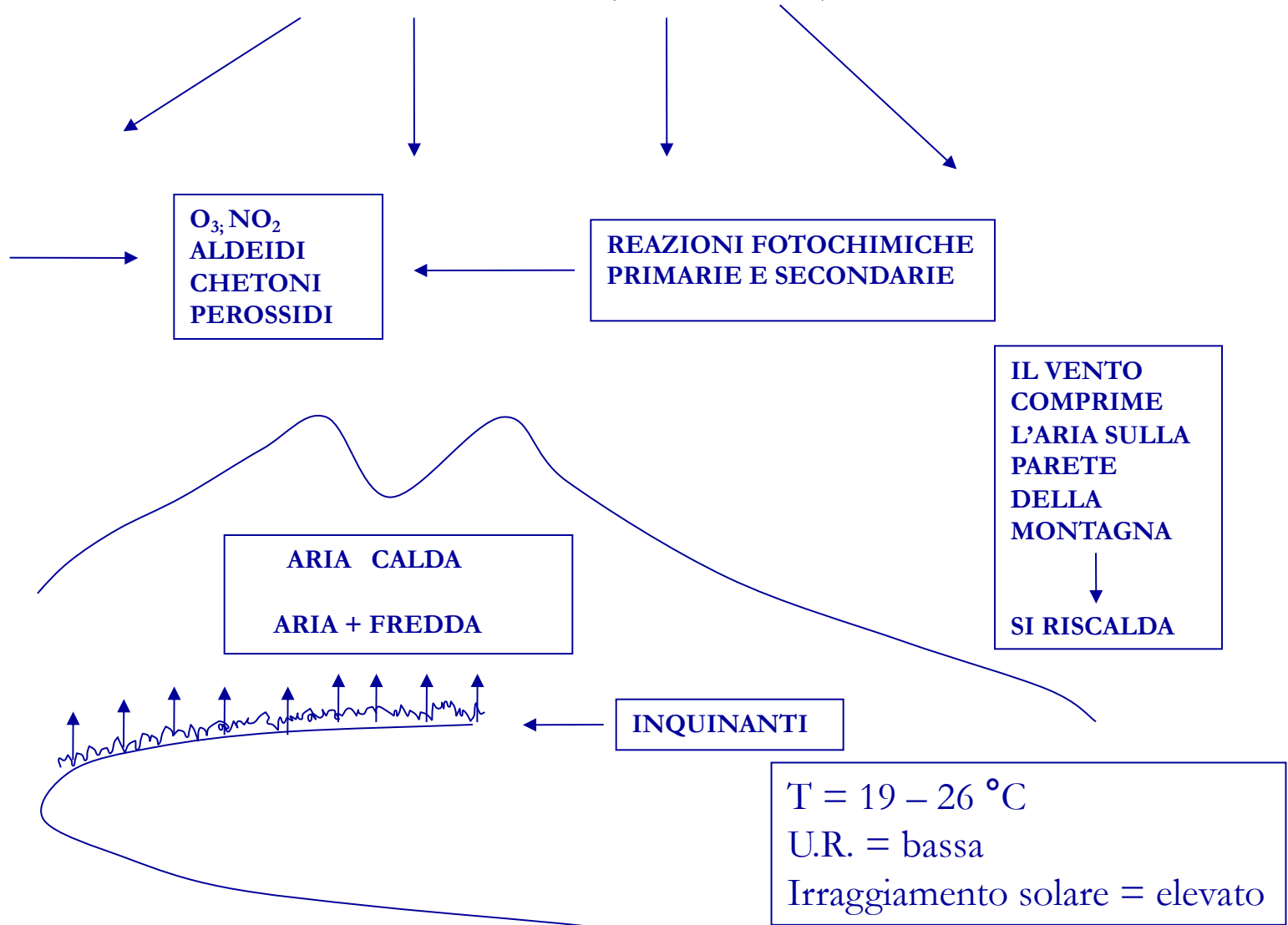
L'INVERSIONE TERMICA



S
M
O
G

O
S
S
I
D
A
N
T
E

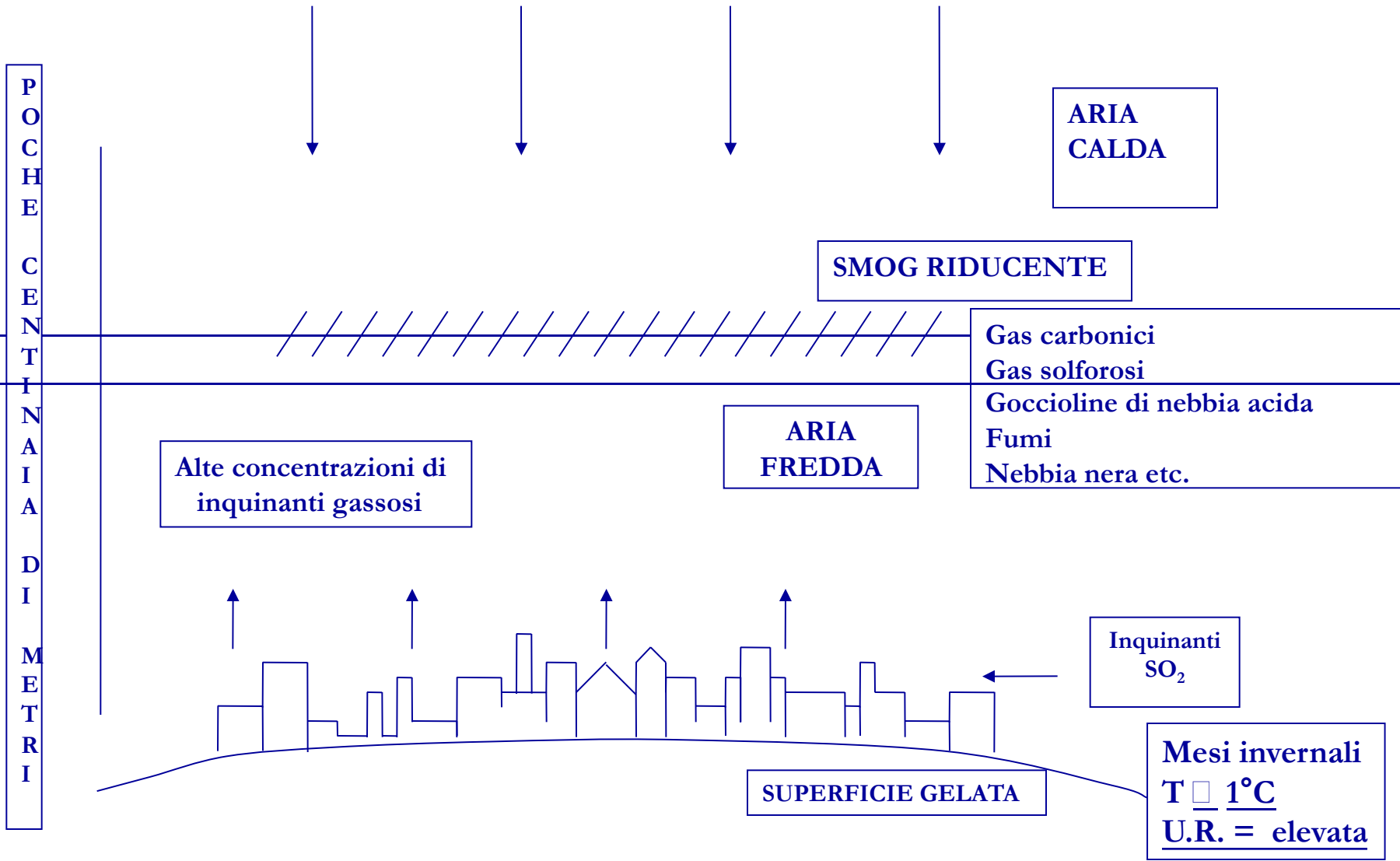
RAGGI SOLARI (CALORE)



INVERSIONE TERMICA DA STASI

(Los Angeles, Tokyo, Napoli)

RAGGI SOLARI (CALORE)



INVERSIONE TERMICA DA RADIAZIONE

(Londra, Milano)

PIOGGE ACIDE

Rimozione dei gas e del particolato dall'atmosfera:

- deposizione secca
- deposizione umida



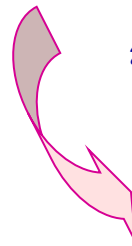
- *alcalina*
- *acida*

ossidi di zolfo
ossidi di azoto
anidride carbonica



+ H₂O

acido solforico
acido nitrico
acido carbonico



**ACIDIFICAZIONE
DELLE PIOGGE**

OZONO



“ozono buono”: 93%, stratosfera

BARRIERA UV



“ozono cattivo”: 7%, troposfera

SMOG FOTOCHIMICO



L'ozono stratosferico costituisce uno schermo di filtrazione protettivo verso quella parte delle radiazioni solari ionizzanti che ricadono nello spettro elettromagnetico dell'UV e che possono avere attività mutagena e cancerogena

La presenza di inquinanti in eccesso, determinando il consumo dell'ozono, contribuisce ad assottigliare l'ozonosfera

PREVENZIONE DEGLI INQUINAMENTI

Traffico



- Combustibili ecologici
- Scorrimento e parcheggi
- Riduzione mezzi privati

Riscaldamenti



- Combustibili ecologici
- Temperature ambienti
- Condominiale

Industriali



- Aree industriali
- Abbattimento inquinanti



La maggior parte dei provvedimenti di contenimento dell'inquinamento atmosferico viene presa a tutela della salute pubblica e mira ad intervenire sui fattori di danno alla salute



MONITORAGGIO INQUINANTI AERODISPERSI

MONOSSIDO DI CARBONIO (CO)

Assorbimento di radiazioni IR

BIOSSIDO DI ZOLFO (SO₂)

Misurato con metodo a fluorescenza

OZONO (O₃)

Misurato con metodo basato sull'assorbimento caratteristico, da parte delle molecole di ozono, di radiazioni UV a lunghezza d'onda di 254 nm.

OSSIDI DI AZOTO (NO_x)

Metodo a chemiluminescenza

BENZENE (C₆H₆)

analizzatori automatici o metodo gascromatografico

PARTICOLATO

Sia il particolato totale che la frazione PM10 vengono generalmente misurati mediante raccolta su filtro e successiva determinazione gravimetrica (pesata)