

Efectos de la contaminación del aire en la salud y las recomendaciones de la OMS

**Dr Dietrich Schwela
OMS, Ginebra**

Presentación

en el

**Seminario de la Calidad del Aire y su Monitoreo
12 de octubre de 1998, Ciudad de Guatemala, Guatemala**



Clasificación de las fuentes de la contaminación del aire

Fuentes estacionarias:

Centrales electricas

Combustion pequena

Combustion industrial

Procesos de produccion

Extraccion/distribucion de combustibles fosiles

Produccion/uso de solventes

Tratamiento/ disposicion de residuos

Agricultura

Natura

Fuentes moviles:

Transporte en carreteras

Fuentes moviles fuera de
carreteras



Clasificación de las contaminantes ambientales

Partículas suspendidas:

SPM, PM₁₀, PM_{2.5}, PM₁

Diesel de escape

Cenizas volantes de carbono

Polvo mineral

Polvos metálicos y humos

Brumas ácidas

Fluoruros

Pigmentos colorados

Brumas de pesticidas

Humo negro

Humo de petróleo

Contaminantes gaseosos:

Bóxido de azufre SO₂

Monóxido de carbono CO

Oxidos de nitrógeno NO_x

Amoníaco NH₃

Hidrocarburo HC

Contaminantes Orgánicos

Volátiles COV

Hidrocarburos aromáticos

policíclicos HAP

Contaminantes halógenos



Clasificación de los contaminantes del aire

Contaminantes secundarios:

Aerosoles acido sulfurico
H₂SO₄

Ozono O₃

Formaldehido HCHO

Peroxi-acetil-nitrato PAN

Olores:

Sulfidrilo de hidrogeno H₂S

Disulfito de carbono CS₂

Mercaptanos

Otros

R-SH

R₁ S R₂

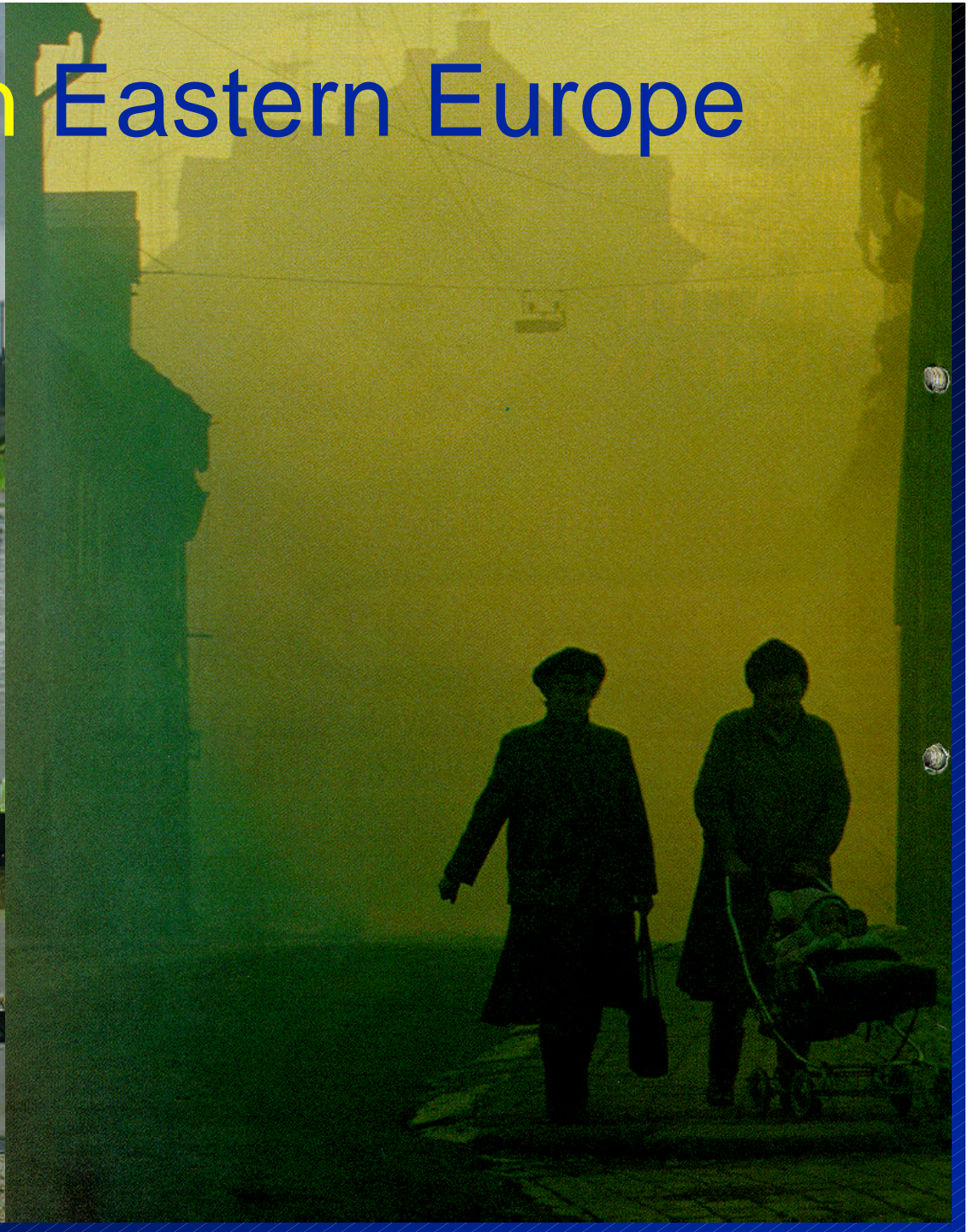
?



La contaminación del aire en países en desarrollo



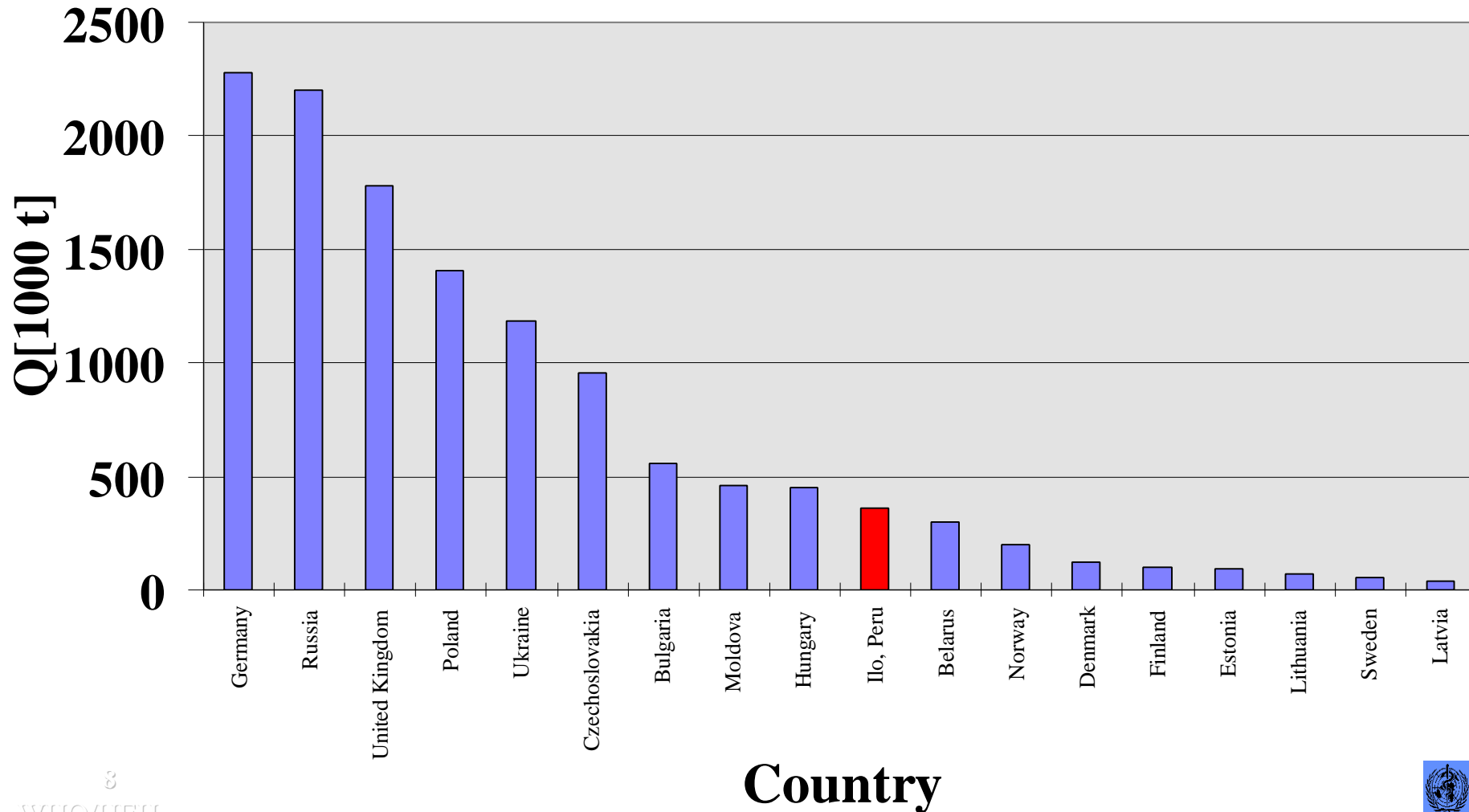
Air pollution in Eastern Europe



Copper smelter, Peru



Emission of sulphur, Q, in various European countries and in Ilo, Peru, 1994



SPM emissions from siderurgical plant, Peru



Smoke emissions from forest fires, Indonesia

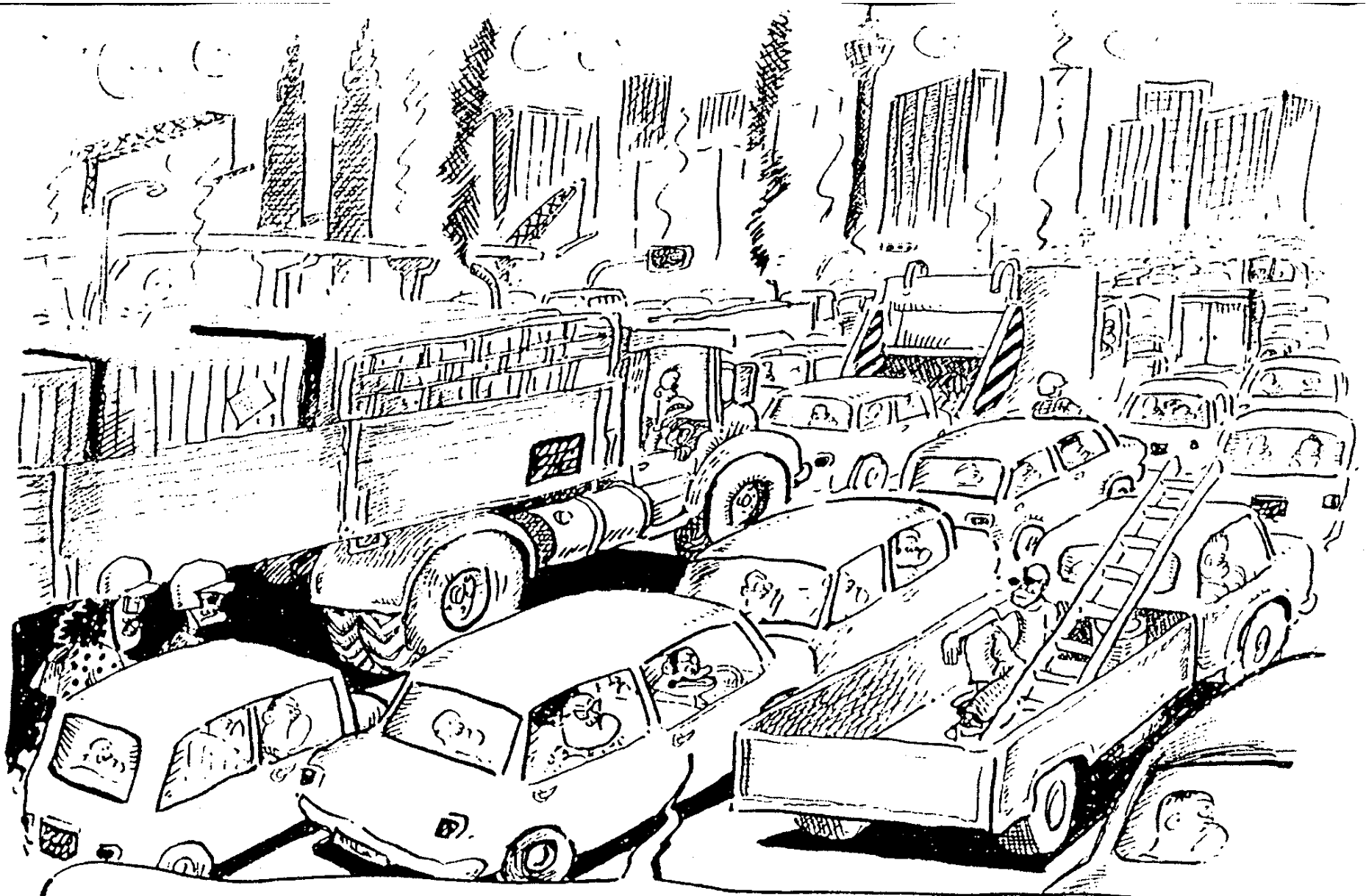


Smoke in Kuching, Sarawak, Malaysia



Smoke in Kuala Lumpur, Malaysia





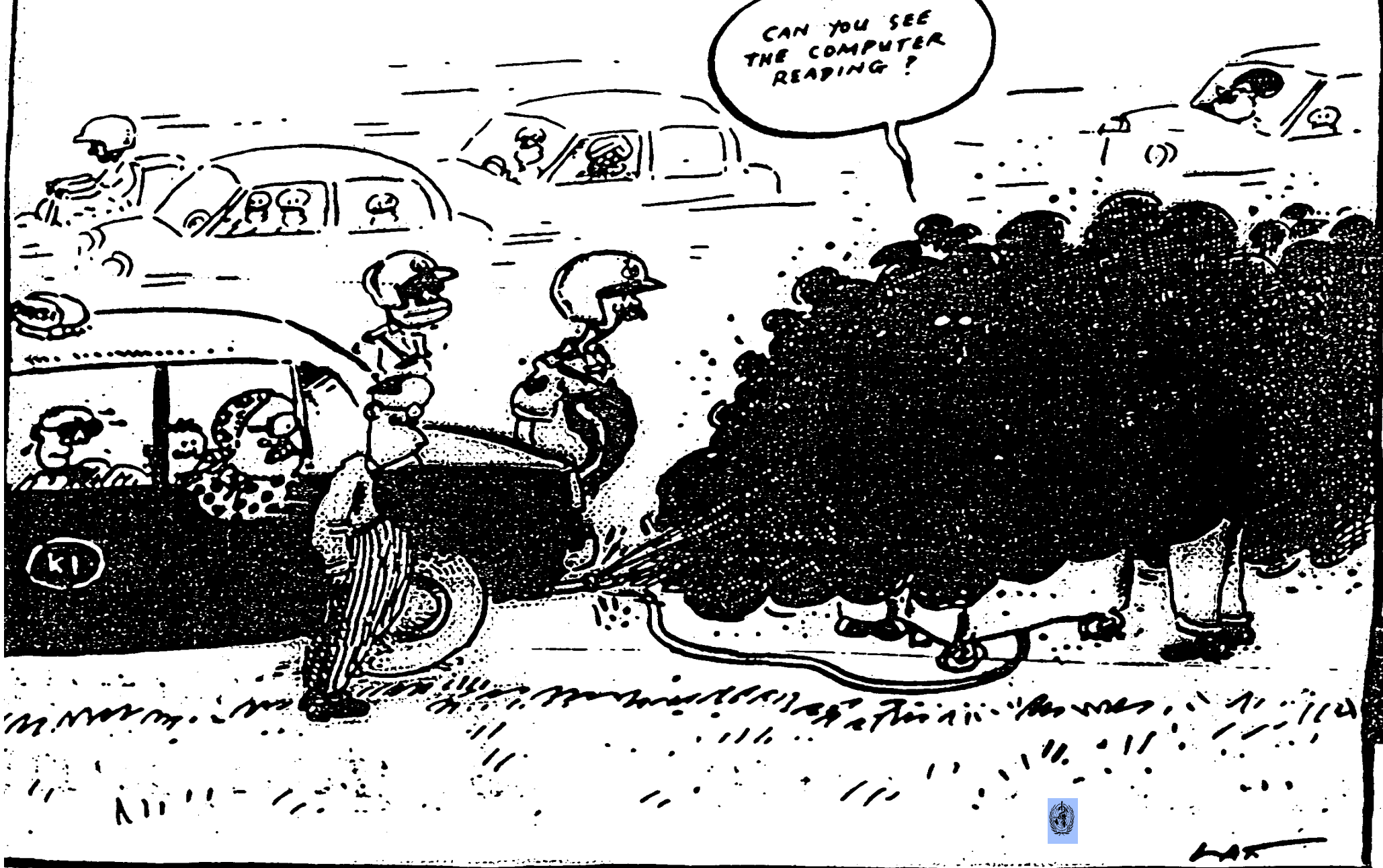
TALLEST TOWERS, LONGEST BRIDGE,
BIGGEST SHOPPING MALL, LARGEST CAR PARK
— BIGGEST TRAFFIC JAM...

LAT.



“Puedes ver el resultado de la medicion?”

CAN YOU SEE
THE COMPUTER
READING?



Contaminacion del aire interior causada por fuegos abiertos



Exposicion de infantes a la contaminacion del aire interior



Tendencias en la contaminación del aire

Países desarrollados:

SO₂, PTS, PM₁₀, Humo: **disminuyendo**
a menudo **inferiores** a los lineamientos OMS

NO_x, O₃: **constantes o crecientes**
a menudo **superiores** a los lineamientos OMS

Países en desarrollo, países en transición:

SO₂, PTS: **crecientes**
a menudo **superiores** a los lineamientos OMS

NO_x, O₃: **crecientes**
a menudo **inferiores** a los lineamientos OMS



Trends in indoor air pollution

Developed countries:

Indoor air pollution related to ambient air pollution

NO_x - sources may exist and constitute a problem

Sick building syndrome

Multichemical sensitivity

Developing countries, countries in transition:

SPM, PM_{10} concentrations due to open fire cooking and heating by a factor of 10 to 20 above the ambient concentrations in urban areas

Enhanced SO_2 and CO concentrations



Efectos de la contaminación del aire en la salud y los contaminantes relevantes

Efectos en el sistema respiratorio

Efectos alérgicos del sistema inmunológico

Efectos en la piel y los tejidos mucosos

Efectos sensorios

Efectos en el sistema nervioso central

Efectos en el sistema cardio-vascular

Efectos carcinógenos



Efectos en el sistema respiratorio

A) Efectos en la salud

Cambios agudos y crónicos en la función pulmonar

Incidencia y frecuencia aumentadas de los síntomas respiratorios

Sensibilización de los conductos para aire por alérgenos presente en el ambiente interior

Infecciones respiratorias (rinitis, sinusitis, neumonía, alveolitis, enfermedad del legionario)

B) Agentes principales

Productos de combustión: NO_x , SO_2 , CO, PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$

Humo ambiental de tabaco HAT (ETS) : PTS

Formaldehído

Organismos infecciosos



Efectos alergicos del sistema inmunologico

A) Efectos en la salud

Asma alergica

Rhinoconjunctivitis alergica

Alveolitis alergica extrinsica / Hipersensitividad
Pneumonitis

Dano pulmonar permanente en individuos sensibles
Insuficiencia pulmonar

B) Agentes principales

Polvo acaro (House Mite Dust), Cucaracha , Animales
domesticos, Insectos y moho

Alergenicos exteriores

Humedad alta



Efectos en la piel y los tejidos mucosos

A) Efectos irritantes

Irritacion sensorial primario

Dolor de garganta seca, Ormigueo en la nariz ,

Dolor de los ojos llorosos

Irritacion sensorial secundario

Edema y inflamacion, Cambios en la piel y las membranas mucosas

B) Agentes principales

Formaldehido

Otros aldehidos (e. g. Acetaldehido, Acroleina)

COV

²HAT (ETS)



Efectos sensorios

Percepcion ambiental

Percepcion del cuerpo

B) Agentes principales

COV

Formaldehido

HAT (ETS)



Efectos en el sistema nervioso centrico

A) Efectos en la salud

Dano toxico de las células nerviosas

Dano hypoxico / anoxico de las células nerviosas

Cambios en la conducta neurofisiologica

B) Agentes principales

COV (Acetona, Benceno, Tolueno, Formaldehido)

CO, Pb

Pesticidas



Efectos en el sistema cardio-vascular

A) Efectos en la salud

Oxygenacion reducida

Incidencia y frecuencia aumentadas de ECV (CVD)

Mortalidad aumentada causado por ECV (CVD)

Infarto miocardico

B) Agentes principales

CO, PTS

HAT (ETS)



Efectos carcinogenos

A) Efectos en la salud

Cancer pulmonar

Leucemia

Otros ???

B) Agentes principales

Arsenico

Fibras de asbestos

Cromo

Niquel

Cadmio

Benceno

HAP

TCE

HAT

Radon

Sinergismo ???



Lineamientos de calidad del aire

Lineamientos de calidad de aire para Europa
(Air Quality Guidelines for Europe), WHO/EURO, 1987

Revision despues de 1993

Aplicar lineamientos en el mundo

Factores que influyen los efectos resultandos para la salud



Naturaleza de los lineamientos

Objetivo:

Proteccion de la salud publica contra los efectos de la contaminacion atmosferica

Eliminacion o reduccion hacia un minimo de los contaminantes

Provision de la informacion de fondo para tomar decisiones sobre la gestion del riesgo

Gestion de los gobiernos en el establecimiento de estandares

Ayuda en planes de accion locales, regionales y nacionales



Criteria used in decisions about the guidelines

Diferencia entre: seguridad absoluta y riesgo admisible

Seguridad absoluta: Saber en detalle

Relaciones sobre la dosis y las respuestas;

Clases de efectos adversos causados por los contaminantes específicos;

Existencia de niveles mínimos;

Significado de las interacciones;

Variación entre la población humana con respecto a la sensibilidad y a los niveles de exposición.

Riesgo admisible:

Tolerable o no tratable ;

No distribuido inmediatamente en la población.



Criterios comunes entre los contaminantes no cancerigenos y cancerigenos

Datos disponibles sobre

las fuentes, los niveles, rutas de exposicion:

Aire - Agua - Alimentos;

Areas urbanos, areas rurales no contaminadas, interior, centros de trabajo;

Absorcion por la inhalacion, digestion, el contacto dermatologico.

Kinetica y metabolismo:

Carga del cuerpo a la exposicion de niveles bajos de contaminantes en intervalos largos;

Modalidades de accion toxica;

Metabolitos (otros componentes) con un potencial toxico mayor al componente original.



Crterios para contaminantes no cancerigenos

**Niveles mas Bajos Observados con Efectos Adversos
(NBOEA)**

(Lowest-observed-adverse-effect-level - LOAEL)

Niveles mas Bajo Observados con Efectos (NBOE)

(Lowest-observed-effect-level - LOEL)

Niveles Observados sin Efectos (NOE)

No-observed-effect-level (NOEL)

Factores de duda o factores de ignorancia

Intervalos de promedio

**31
VHOU Consideraciones de riesgo**



Criterios para la eleccion del NBOEA

Dificultades en la diferenciacion:

Efecto adverso - efecto no adverso

Definicion:

Un efecto adverso es “cualquier efecto resultante de una lesion funcional y/o patologica o danos que afectan posiblemente la funcion de todo el organismo o contribuyen a una capacidad reducida de respuesta a una irritacion adicional”.

Definicion es en alto grado subjetiva y incierta!

Organisacion de datos en tres categorias:

- 1. Investigaciones singulares;**
- 2. Existencia de un NBOE y de los resultados en direccion a un cambio patologico;**
- 3. Cambios importantes en direccion de efectos patologicos**

Criterios para la eleccion de los factores de duda

**Factor de duda = factor de seguridad = factor de proteccion =
alcance de proteccion = alcance de seguridad = factor de
ignorancia;**

Variedades de ignorancia o duda:

Efectos no observados

Efectos no observados en grupos muy sensitivos;

Efectos sinergisticos causado por exposiciones multiples ;

**Aduecuacion de datos existentes (el numero de investigaciones
que sostienen la misma hipotesis;**

Extrapolacion de los animales hacia los hombres;

Extrapolacion de grupos pequenos hacia la poblacion.



Factores de ignorancia estan basados en

**Opinion cientifica;
Interaccion de los criterios variados;
Y estan diversificados en la magnitud.**

Proceso de decision complejo.

**Consecuencia:
Si se transgrede un lineamiento con un factor de duda
no resultaran efectos adversos necesariamente. Sin
embargo el riesgo de efectos adversos aumenta en este
caso.**



Criteria for the selection of average intervals

Interrelationships between intervals and concentrations

Effects smaller, reversible, acute after a short exposure;

Effects irreversible or effects that influence capacity after a long exposure;

**Effects adverse caused by a short exposure
>>> intervals average short;**

**Effects adverse caused by a long exposure
>>> intervals average long.**



Lineamientos de la calidad de aire para componentes inorganicos no cancerigenos

Componentes "classicos"

Componente	Lineamiento [$\mu\text{g m}^{-3}$]	Intervalo promedio
Monoxido de carbono	100 000	15 min
	60 000	30 min
	30 000	1 h
	10 000	8 h
Dioxido de nitrogeno	200	1 h
	40	1 a
Ozono	120	8 h
Dioxido de azufre	500	10 min
	125	24 h
	50	1 a



Air quality guidelines for non-carcinogenic inorganic compounds

Compound	Guideline [$\mu\text{g m}^{-3}$]	Averaging time
Fluoride	None	-
Lead	(1) 0.5	1 a
Manganese	0.15	1 a
Mercury	1	1 a
Platinum	None (<0.05)	- 1 a

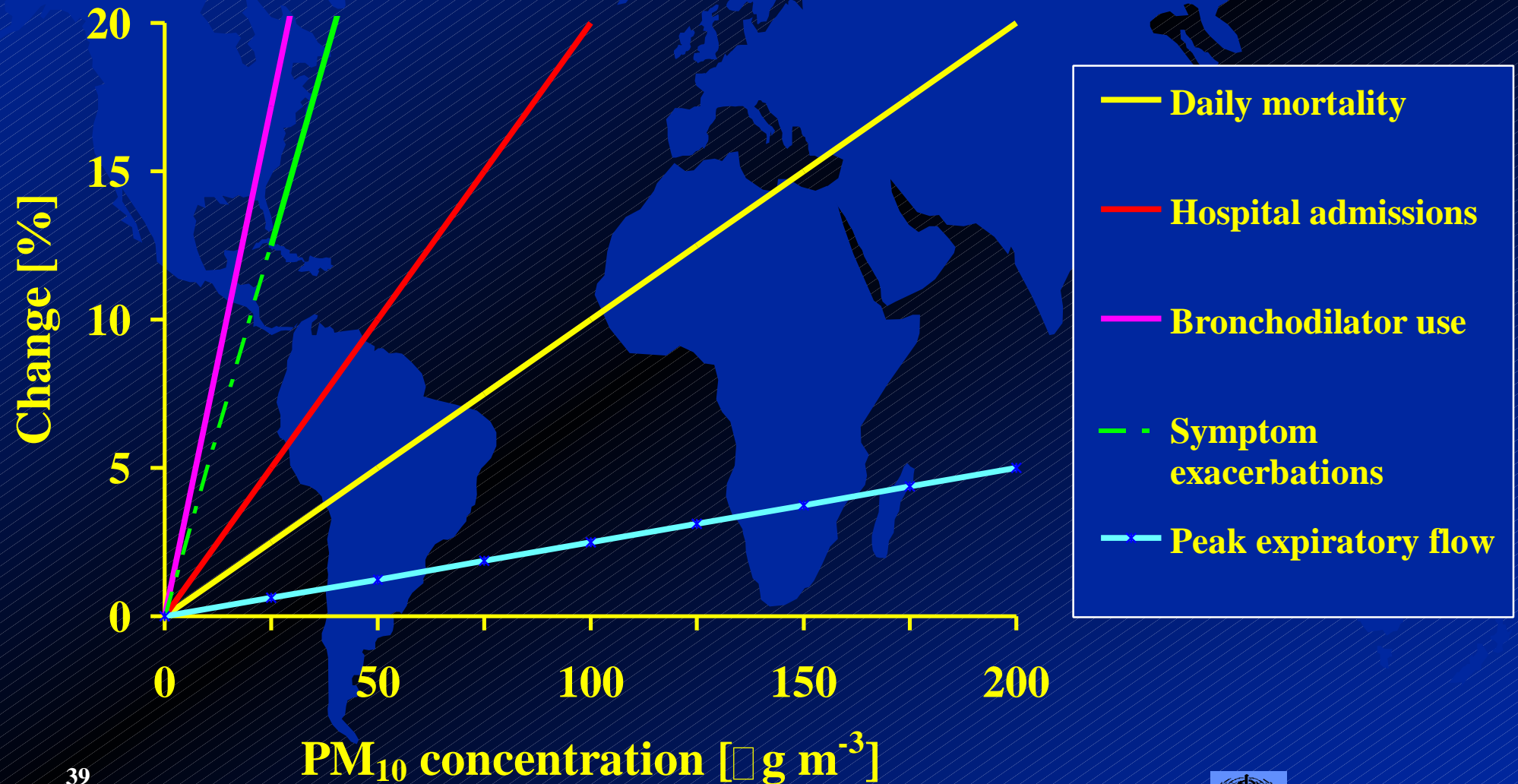


Air quality guidelines for non-carcinogenic volatile organic compounds

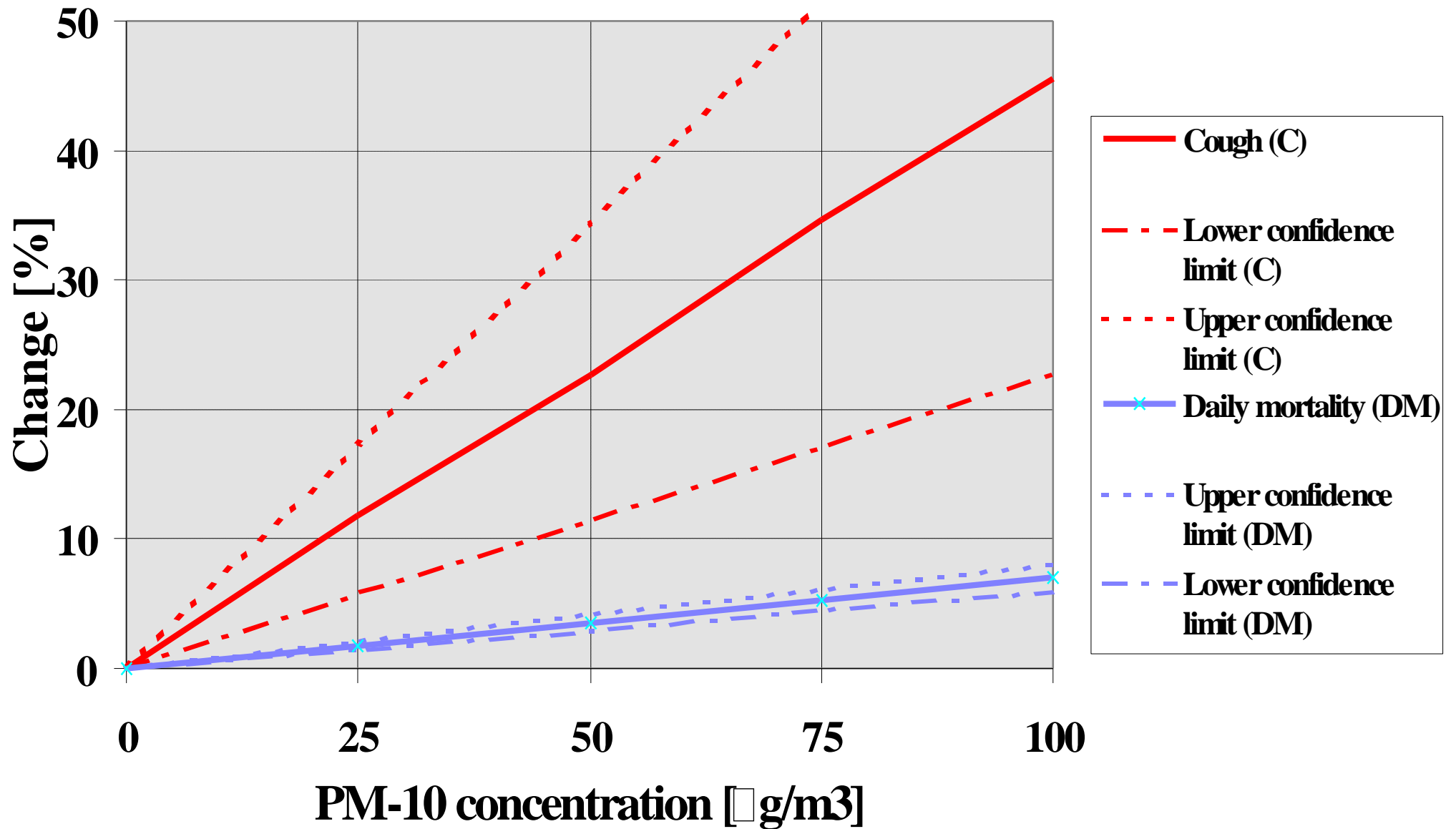
Compound	Guideline [$mg\ m^{-3}$]	Averaging time
Dichloromethane	3	24 h
Formaldehyde	0.1 0.01	30 min 30 min
Styrene	0.26 0.07	week 30 min
Tetrachloroethylene	0.25	24 h
Toluene	0.26	week



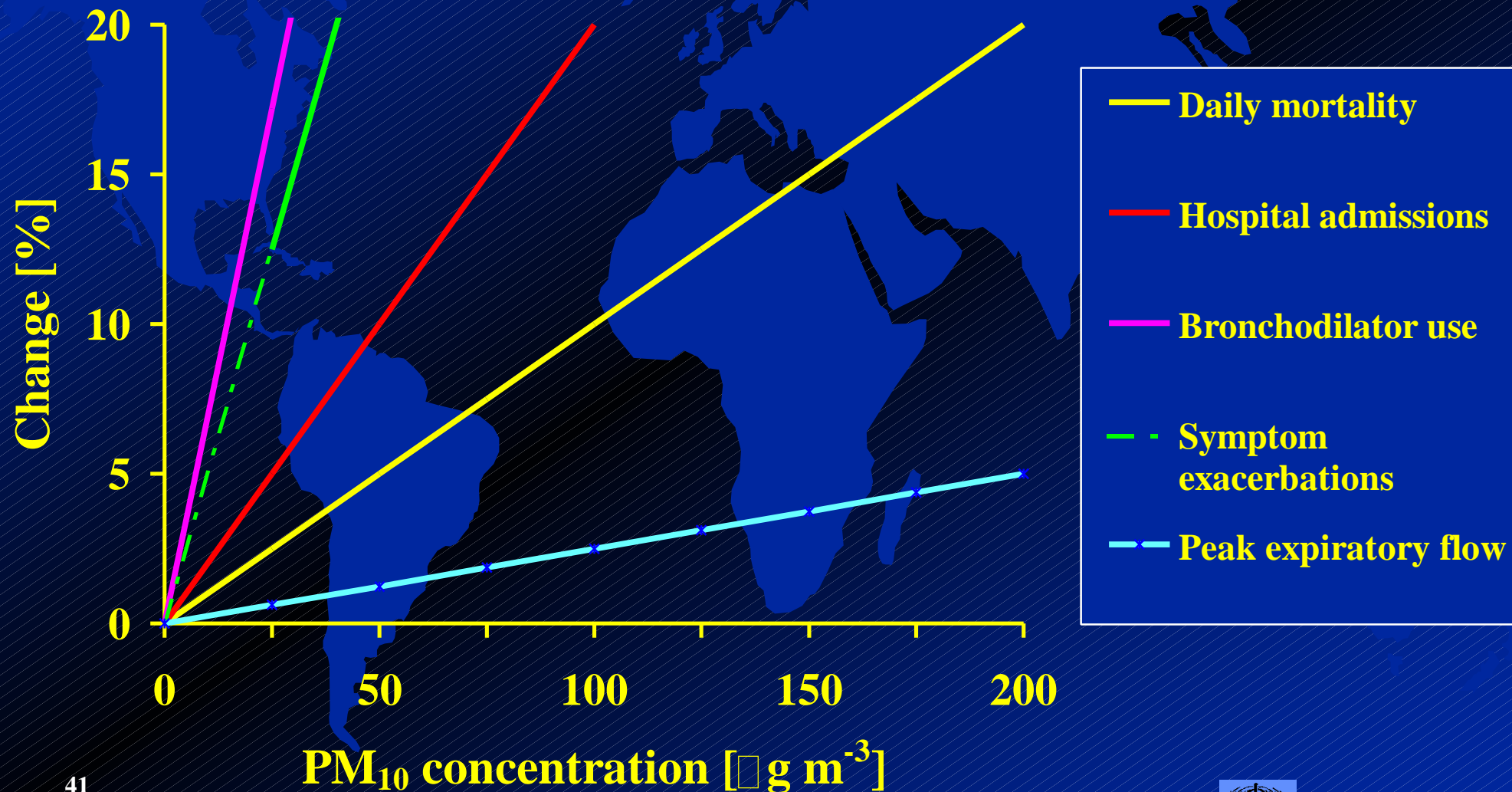
Relacion entre el PM10 y indicadores de efectos diferentes en la salud



Percent change-concentration relationships



Relacion entre el PM10 y indicadores de efectos diferentes sobre la salud



Criteria for carcinogenic components

Qualitative research: What is the probability that a component will cause cancer?

Quantitative research: Evaluation of the cancer rate probably caused by the carcinogenic component with determined levels and determined exposure.



Criterios cualitativos de clasificación de los componentes de la IARC (Agencia Internacional sobre las Investigaciones del Cáncer - AIIC):

- Grupo 1:** Componentes cancerígenos comprobado en los seres humanos: >>> Estimaciones del riesgo
- Grupo 2:** Componentes cancerígenos probables
- Grupo 2A:** Evidencia limitada sobre los cancerígenos en los humanos;
Evidencia suficiente sobre los cancerígenos en los animales: >>> Estimaciones del riesgo
- Grupo 2B:** Evidencia inadecuada sobre los cancerígenos en los humanos; >>>
Lineamientos basados en criterios no cancerígenos
- Grupo 3:** Componentes no clasificados
>>> Lineamientos



Criterios cuantitativos

Extrapolacion de las investigaciones en centros de trabajo

Extrapolacion de las investigaciones en animales

hacia la poblacion general

=

Extrapolacion de las relaciones dosis respuesta de las altas concentraciones hacia mas bajas concentraciones

Extrapolacion depende del modelo de extrapolacion



Modelo riesgo unitario (Unit risk)

Definición:

El riesgo unitario es el riesgo adicional de adquirir un cancer durante toda la vida que ocurre en una poblacion potencial en la cual todos los individuos estan expuestos continuamente desde su nacimiento hasta la muerte a una concentracion de $1 \mu\text{g m}^{-3}$ del componente que inhalan.

Estimaciones del riesgo unitario

permiten comparar el potencial del cancer relacionado a componentes diferentes;

pueden ayudar poner prioridades en el control de la contaminacion del aire;

no se refieren a la aceptabilidad de riesgos.



Interpretacion de las estimaciones del riesgo unitario

Estimaciones del riesgo unitario

- no corresponden al verdadero riesgo de cancer;
- proveen a los hombres politicos de una base cuantitativa aproximada para fijar acciones prioritarias;
- ayudan balancear riesgos y beneficios, y
- definen la urgencia de resolver los problemas de la salud publica en poblaciones que estan expuestas a contaminantes cancerigenos sin intencion.



Arsenico

Ruta	Aire	Alim.	Agua	Tabaco
Ingiere diario [ng/d]	<0.6	7-273	<20	<2
Absorcion [ng/d]	<0.5	6-250	<18	<2

Grupos expuestos a mayores riesgos:

Obreros que trabajan en fundiciones de cobre

Gente ingiriendo agua con muy altas concentraciones

Ninos viviendo en los alrededores de las fundiciones de cobre

IARC: 1

Efecto critico: Cancer de pulmones

**Evaluacion de riesgos: Riesgo relativo ~ dosis arsenico
acumulativo en los obreros**

Riesgo unitario: $1.5 \cdot 10^{-3}$



Estimacion de los riesgos unitarios y las concentraciones relacionadas a un riesgo de cancer promedio de vida de 10^{-5} por componentes inorganicos cancerigenos

Componente	Riesgo unitario estimado [$\mu\text{g m}^{-3}$] ⁻¹	Concentration promedio de vida [ng m^{-3}]
Arsenico	$1.5 \cdot 10^{-3}$	1.5
Cadmium	No estimado	-
Cromo (VI)	$4 \cdot 10^{-2}$	0.25
Niquel	$3.8 \cdot 10^{-4}$	3



Bencenio

Ruta	Aire	Alim.	Agua	Tabaco
Ingiera diario [mg/d]	~300	~1	~1	<1800
Absorcion [mg/d]	~45	~0	~0	<270

Grupos expuestos a mayores riesgos :

Obreros que trabajan en fabricas de quimicos (peliculas de caucho; hornos de coque)

IARC: 1

Efecto critico : Leucemia

Evaluacion de riesgos: Relacion exponencial dosis-respuesta entre leucemia y la exposicion acumulativa de bencenio en obreros

Riesgo unitario: $6 \cdot 10^{-6}$



Estimacion de los riesgos unitarios y las concentraciones relacionadas a un riesgo de cancer promedio de vida de 10^{-5} por componentes organicos volatiles cancerigenos

Componente	Riesgo unitario estimado [$\mu\text{g m}^{-3}$] ⁻¹	Concentration promedio de vida [$\mu\text{g m}^{-3}$]
Bencenio	$6 \cdot 10^{-6}$	1.8
PAH (BaP)	$8.7 \cdot 10^{-2}$	0.00011
TCE	$4.3 \cdot 10^{-7}$	23.2
1,3 -Butadiene	No guideline	



Environmental Tobacco Smoke (ETS)

Route

Air

Groups at high exposure risks:

Nonsmokers in smokers households

IARC: not classified but ETS contains e.g. benzene, nickel

Critical effect: Lung cancer, Cardiovascular diseases

Risk assessment: Quantitative population estimates

Unit risk : not estimated



Health risk evaluation of ETS exposure

One can attribute to ETS

9 - 13% of all lung cancer / of cardiovascular disease (CVD) mortality

15 - 26% of all lower respiratory illness (LRI) cases in infants

Lung cancer cases in adults per year

Europe	3000 - 4500
USA	3000
Developing Countries	4000

CVD cases in adults per year

Europe	30000 - 45000
USA	30000
Developing Countries	40000

Annual number of episodes of LRI in infants

Europe	300000 - 550000
USA	150000 - 300000
Developing Countries	?



Radon

Route

Air

Groups at high exposure risks:

Residentials at homes with $> 1000 \text{ Beq/m}^3$

IARC: 1

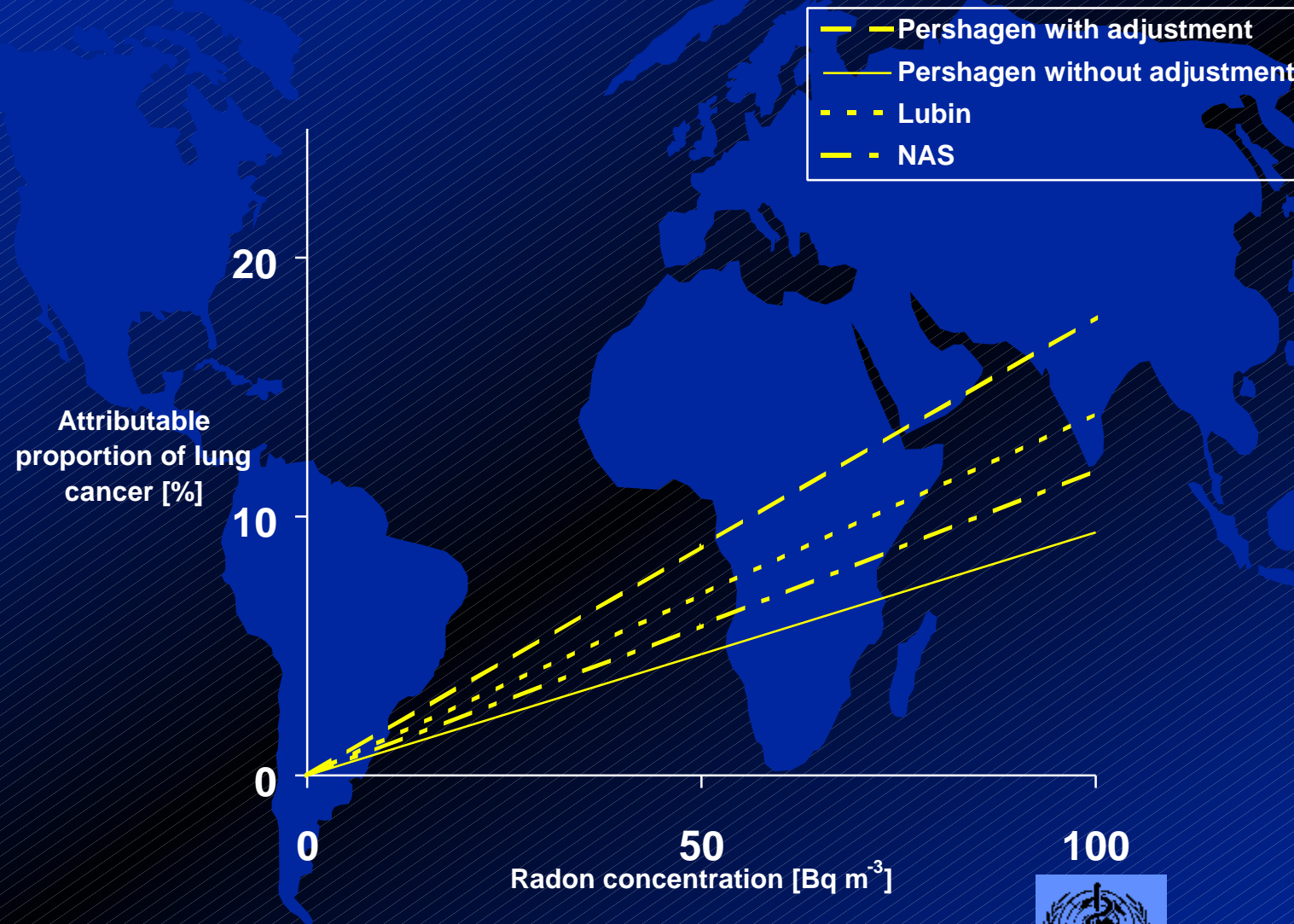
Critical effect: Lung cancer

Risk assessment: Dose-response relationships

Unit risk : not estimated



Estimated attributable proportion of lung cancer related to residential radon exposure



Attributable proportion of lung cancer and number of lung cancer deaths related to residential radon exposure

Arithmetic mean [Bq m ⁻³]	Low 25	Medium 50	High 100
Attributable proportion of lung cancer	2 - 5%	5 - 9%	9 - 17%
Number of lung cancer deaths per million people	600 - 1500	1500 - 2700	2700 - 5100



Finis

