

Seminário Latinoamericano:
Instrumentos y metodologías para un
observatório de Clima y su impacto en la
salud humana

Sergio Ibarra-Espinosa

2019-09-09

Contents

Curso de R, contaminacion atmosferica y mas

Este curso online contendra las siguientes informaciones

- Sistemas de informacion con datos de salud en Chile (gracias Paty Matus)
- Impacto de las emisiones antropogenicas en la salud y clima
- R desde Excel
- Leer y procesar vectores espaciales con **sf** (?)
- Leer y procesar informacion en grillas espaciales (raster) con **stars**(?) y **raster**(?)

Aprender Git

Para aprender GIT puedes ver:

- <https://git-scm.com/book/es/v1/Empezando>
- <https://learngitbranching.js.org/>
- <https://try.github.io/>

Clonar este contenido

Para clonar este contenido haz:

```
git clone https://github.com/ibarraespinosa/UBA.git
```


Chapter 1

Sistemas de informacion con datos de salud en Chile

- Sistema de información en salud existentes
- Énfasis en las fuentes de información y las escala temporal/espacial que manejan
- Series de tiempo disponible por fuente
- Instituciones a cargo de la captura, procesamiento y análisis
- Disponibilidad de los datos e indicadores que producen
- Otros

1.1 Encuesta Nacional de Salud (ENS)

La ENS es una encuesta realizada por el Ministerio de Salud para identificar cuales son las enfermedades que sufren y los tratamientos que reciben todas las personas con mas de 15 años que viven en Chile. De esta forma es posible es posible realizar diagnosticos, identificar problemas y formular politicas planes y proyectos para mejor la salud de las personas.

- *Organismo responsable:* Ministerio de Salud, Departamento de Epidemiología
Gobierno de Chile.
- *Organismo ejecutor:* Pontificia Universidad Católica de Chile (PUC).
- *Población objetivo:* Personas de 15 años y más, chilenas o extranjeras que residen habitualmente en viviendas particulares ocupadas, localizadas en zonas urbanas y rurales de las quince regiones de Chile.

- *Representatividad:* Nacional, regional y Urbano/Rural.
- *Modo de aplicación:* Entrevista personal en hogar (Sistema de captura electrónica: Tablet), aplicada por encuestador y profesional enfermera de acuerdo al tipo de cuestionario.
- *Período de trabajo de campo:* Agosto 2016 a marzo 2017
- *Tamaño muestral:* 6.233 encuestados, de los cuales 5.520 cuentan con exámenes de laboratorio de acuerdo a protocolo. 37,1% hombres, 62,9% mujeres.
- *Error muestral:* Error absoluto de muestreo de 2,6% a nivel nacional, raíz del efecto de diseño de 1,797, estimaciones con 95% de confianza y error relativo inferior a 30%.

Algunos resultados:

- Consumo de tabaco: 66,7% no fuma, 33,\$ fuma.
- Consumo riesgoso de alcohol 11,7%, 20,5% hombres, 3,3% mujeres.
- Sedentarismo: 86,7%, 83,3% hombre, 90.0% mujeres.
- Estado nutricional: 1,3% enfraquecido, 24,5% normal, 39,8% sobrepeso, 31,2% obeso, 3,2% obeso morbido.
- Sospecha de hipertension: 27,6%.
- Sospecha de diabetes: 12,3%.
- Autoreporte de infarto agudo al miocardio: 3,3%.
- Autoreporte de ataque cerebro vascular: 2,6%.

Fuentes:

- https://www.minsal.cl/wp-content/uploads/2017/11/ENS-2016-17__PRIMEROS-RESULTADOS.pdf
- https://www.minsal.cl/wp-content/uploads/2018/01/2-Resultados-ENS__MINSAL_31_01_2018.pdf
- <http://www.encuestas.uc.cl/ens/index.html>

1.2 Departamento de Estadísticas e Informaciones de Salud

- Resúmenes estadísticos mensuales (REM). Vea el manual
- Defunciones
- Egresos
- Nacimientos
- Atenciones de urgencia
- Enfermedades de notificación obligatoria
- Enfermedades transmitidas por alimentos

1.3. ENCUESTA DE CARACTERIZACION SOCIOECONOMICA (CAsEN)⁹

- Tuberculosis

1.3 Encuesta de caracterizacion socioeconomica (CAsEN)

“La Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional (Casen) del Ministerio de Desarrollo Social es una encuesta a hogares, de carácter multipropósito, es decir, que abarca diversos temas como educación, trabajo, ingresos, salud, entre otros; además es una encuesta transversal, por lo tanto, incluye a todo el espectro de la población del país.”

1.4 Estadísticas generales

- Instituto Nacional de Estadísticas

1.5 CEPAL STAT

- Estadísticos e indicadores
- Perfiles Nacionales
- Publicaciones y estadísticas

1.6 Banco Interamericano de Desarrollo

- Educación
- Mercado Laboral
- Ingreso
- Pobreza
- Demografía

Egresos hospitalarios 2001 – 2016

Natalidad 2011

Mortalidad 1994 – 2016

Casen 2009-2016

You can label chapter and section titles using `{#label}` after them, e.g., we can reference Chapter `??`. If you do not manually label them, there will be automatic labels anyway, e.g., Chapter `??`.

Figures and tables with captions will be placed in `figure` and `table` environments, respectively.

```
par(mar = c(4, 4, .1, .1))
plot(pressure, type = 'b', pch = 19)
```

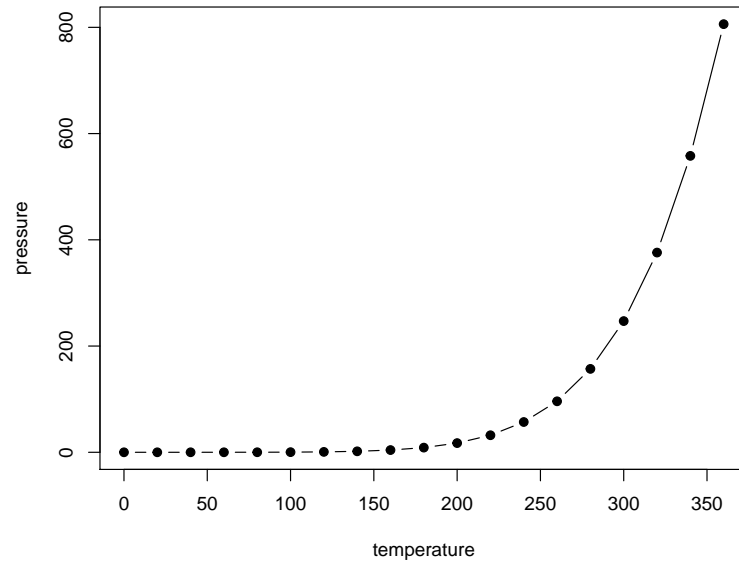


Figure 1.1: Here is a nice figure!

Reference a figure by its code chunk label with the `fig:` prefix, e.g., see Figure ???. Similarly, you can reference tables generated from `knitr::kable()`, e.g., see Table ??.

```
knitr::kable(
  head(iris, 20), caption = 'Here is a nice table!',
  booktabs = TRUE
)
```

You can write citations, too. For example, we are using the **bookdown** package (?) in this sample book, which was built on top of R Markdown and **knitr** (?).

Table 1.1: Here is a nice table!

Sepal.Length	Sepal.Width	Petal.Length	Petal.Width	Species
5.1	3.5	1.4	0.2	setosa
4.9	3.0	1.4	0.2	setosa
4.7	3.2	1.3	0.2	setosa
4.6	3.1	1.5	0.2	setosa
5.0	3.6	1.4	0.2	setosa
5.4	3.9	1.7	0.4	setosa
4.6	3.4	1.4	0.3	setosa
5.0	3.4	1.5	0.2	setosa
4.4	2.9	1.4	0.2	setosa
4.9	3.1	1.5	0.1	setosa
5.4	3.7	1.5	0.2	setosa
4.8	3.4	1.6	0.2	setosa
4.8	3.0	1.4	0.1	setosa
4.3	3.0	1.1	0.1	setosa
5.8	4.0	1.2	0.2	setosa
5.7	4.4	1.5	0.4	setosa
5.4	3.9	1.3	0.4	setosa
5.1	3.5	1.4	0.3	setosa
5.7	3.8	1.7	0.3	setosa
5.1	3.8	1.5	0.3	setosa

Chapter 2

Impacto de las emisiones antropogénicas en la calidad del aire y clima

La contaminación es una amenaza a la salud global que causó 9 millones de muertes en 2015, 16% de las muertes (?). Además, existe consenso científico de la existencia y relación con la actividad humana sobre el cambio climático (?). Tanto la contaminación atmosférica como los gases de efecto invernadero, conocidos también como forzantes climáticos de vida corta y larga son causados por compuestos químicos liberados en la atmósfera, las llamadas emisiones. Por lo tanto, es importante realizar y entender la caracterización espacial y temporal de las emisiones, así como sus efectos en la salud y en el clima.

La atmósfera es una delgada capa sobre la tierra, 50% de su masa está a 5.6 km esta compuesta por varios gases (?), cuya composición es:

Gas	Razon molar $mol \cdot mol^{-1}$	Principal fuente y comentarios (?)
Nitrogeno (N_2)	0.78	Biologica
Oxigeno (O_2)	0.21	Biologica
Argon (A_r)	0.0093	Inerte
Dioxido de carbono (CO_2)	$400 \cdot 10^{-6}$	Combustion, oceano, biosfera
Neon (N_e)	$18 \cdot 10^{-6}$	Inerte
Ozono (O_3)	$0.01 - 10 \cdot 10^{-6}$	Fotoquimico

Gas	Razon molar $mol \cdot mol^{-1}$	Principal fuente y comentarios (?)
Helio (He)	$5.2 \cdot 10^{-6}$	Inerte
Metano (CH_4)	$1.8 \cdot 10^{-6}$	Biogenico y antropogenico
Hidrogeno (H_2)	$500 \cdot 10^{-9}$	Biogenico, antropogenico y fotoquimico
Oxido nitroso (N_2O)	$330 \cdot 10^{-9}$	Biogenico y antropogenico

2.1 Contaminacion atmosferica - Introduccion

“La contaminación del aire es un determinante importante de la salud. La OMS estima que en 2012 alrededor de 1 de cada 8 muertes se atribuyeron a la exposición a la contaminación del aire, lo que lo convierte en el mayor factor de riesgo ambiental para la mala salud.”(?)

La ciencia de la contaminacion atmosferica, si bien reciente, ha sido desarrollada debido a los avances de en la comprension de la meteorologia. Problemas relacionados con la contaminacion atmosferica han sido descritos en obras literarias y cartas a lo largo de la historia. Por ejemplo, se cree que el primer caso reportado sobre los efectos de la contaminacion atmosférica en la salud es sobre Gaius Plinius Secundus, Geografo, (AD 23-AD 79), quien habria fallecido los efectos de la **emisiones** del volcan Vesuvius (??). La erupcion del volcan Vesuvius duro 19 horas, con altura de lacolumna entre 14 y 32 km y deposicion de material pirolastico de hasta $2500 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ (?).

Sin embargo han sido los grandes episodios de contaminacion los que han gatillado su estudio y gestion por parte de los tomadores de decisiones. Entre ellos se pueden mencionar el desastre de Londres 1952 y la acidifacion de los lagos escandinavos.

2.1.1 El desastre de Londres 1952

Altas concentraciones de contaminantes fueron ocurrieron entre el 5 y 9 de Diciembre de 1952 en Londres, Inglaterra. Para comparacion, vea el monumento “Columna de Nelson” en condiciones normales(?), y el dia de la llamada “Gran Niebla de Londres”(?)

2.1.1.1 Consecuencias

A pesar que durante la fecha, las autoridades no consideraron el efecto de la contaminacion, este evento si causoo gran impacto en la comunidad (?). Estu-



Figure 2.1: An eruption of Vesuvius seen from Portici, by Joseph Wright (ca. 1774-6), Dominio Publico



Figure 2.2: Columna de Nelson, Dominio Publico



Figure 2.3: Columna de Nelson durante la Gran Niebla de 1952, Dominio Publico

dios posteriores cuantificaron un impacto en **12.000 muertos** asociados a este episodio de contaminacion (?).

comentarios?

2.1.1.2 CLRTAP

Tarea / Tema de casa / Homework:

[1] "Investigue que es, causas, consecuencias y poltiica ambiental asociada a CLRTAP"

2.2 Contaminantes atmosfericos

Las emisiones liberadas a la atmosfera impactan la salud, meteorologia y clima en diferentes escalas como se ve en la sigueinte figura.

Por lo tanto para entender las emisiones necesitamos respnder las siguientes preguntas:

- **Que?**
- **Como?**
- **Cuando?**
- **Donde?**

Los contaminantes atmosfericos suelen ser clasificados como:

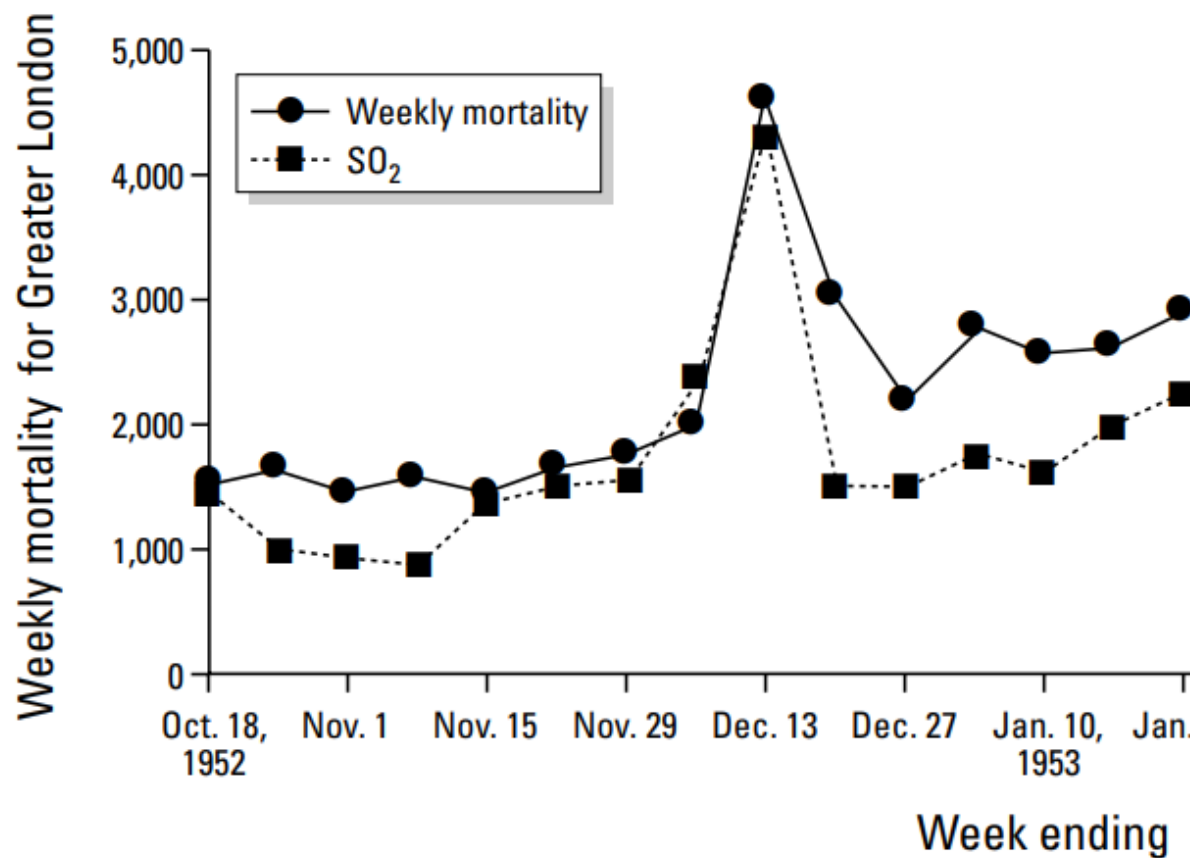


Figure 1. Approximate weekly mortality and SO₂ concentrations for

Figure 2.4: Mortalidad semanal y concentraciones de SO₂ en Lobres 1952 (Bell and Davis, 2001)

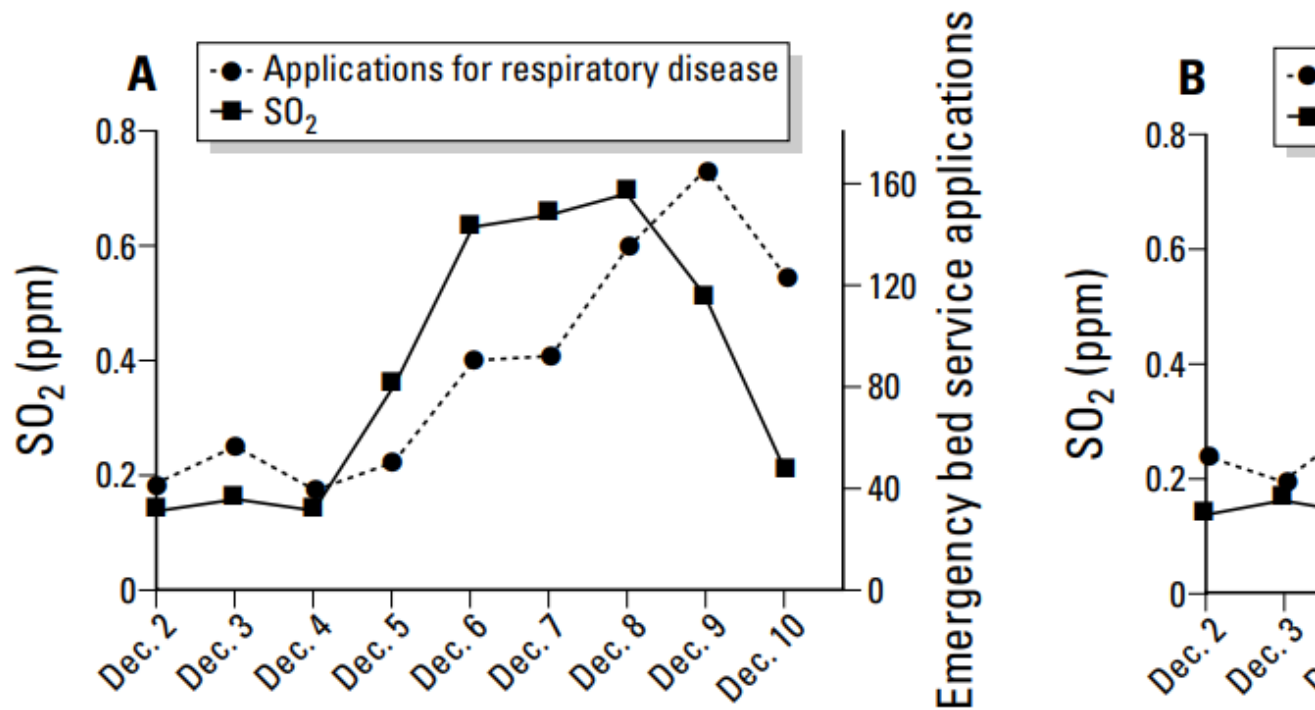


Figure 4. (A) SO₂ and emergency bed service applications for respiratory and emergency bed service applications for cardiac disease for Greater London

Figure 2.5: Mortalidad semanal y concentraciones de SO₂ en Lobres 1952 (Bell and Davis, 2001)

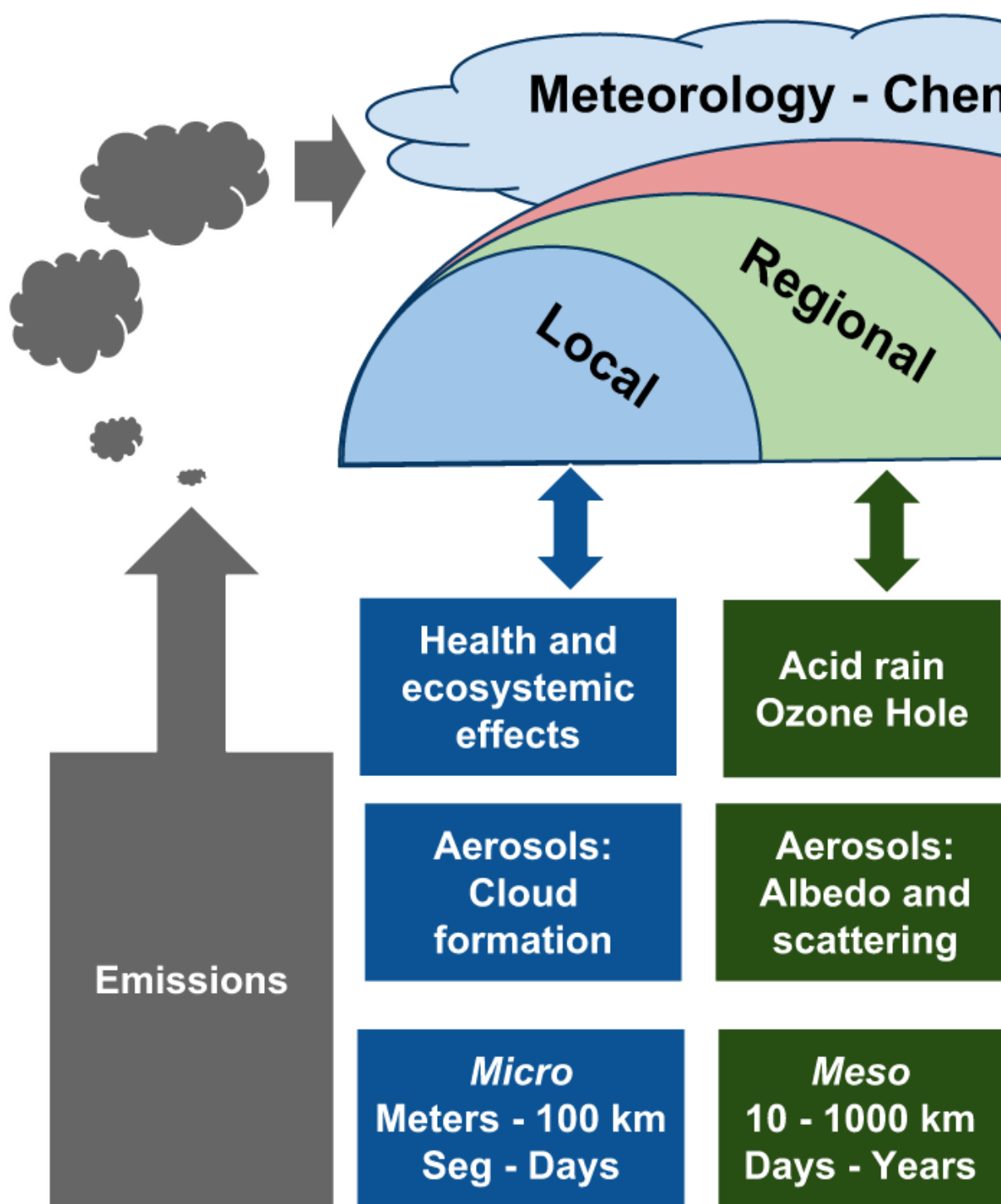


Figure 2.6: Esquema de impacto de emisiones (Ibarra, 2017)

- Primarios: emitidos directamente en la atmosfera. Ejemplo: CO.
- Secundarios: formados en la atmosfera. Ejemplo: O_3 .

Existen muchos contaminantes atmosfericos de interes cientifico como

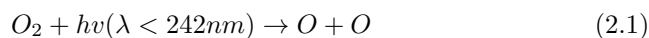
- Ozono O_3
- Monoxido de Carbono CO
- Radicales de Oxidos de nitrogeno $NO_X \equiv NO + NO_2$
- Compuestos organicos volatiles COV
- Radicales de Halogeno
- Especies de azufre SO_2 , SO_4 , H_2SO_4
- Aerosoles

Cada contaminante tiene un extenso cuerpo teorico. En esta parte del curso nos referiremos brevemente al O_3 , aerosoles y especies de azufre, sin embargo, el estudiante puede revisar la bibliografia para se aprofundar.

2.2.1 Ozono O_3

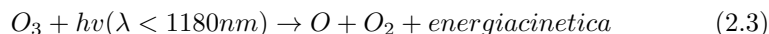
Respecto del ozono es necesario mencionar que existen dos tipos, el estratosferico (bueno) y el troposferico (malo), como es explicado por ?.

El ciclo de ozono troposferico comienza con la fotolisis de la molecula de oxigeno debido a radiacion solar de longitud de onda minimo 242 nm. Posteriormente, un atomo de oxigeno se combina con otra molecula de oxigeno para formar ozono. La molecula M (cuerpo inerte, como N_2 o O_2) estabiliza la molecula de O_3 recién formada.

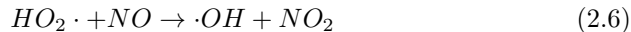
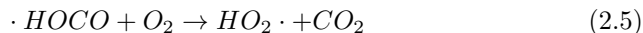


El Ozono luego es fotolizado a un atomo de oxigeno y una molecula de oxigeno ante radiacion menor a 1180 nm, liberando energia cinetica (?).

En el caso del ozono troposferico, la reaccion comienza cuando el radical hidroxilo $\cdot OH$ oxida el CO generando el radical $\cdot HOCO$ que es inestable y reacciona rapidamente con O_2 generando el peroxi radical $\cdot HO_2$ y CO_2 . El peroxi radical reacciona oxida NO generando NO_2 y un radical hidroxilo. Luego el NO_2 es fotolizado liberando un atomo de oxigeno que reacciona con la molecula de O_2 generando O_3 .



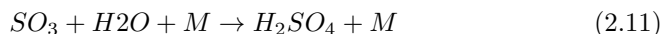
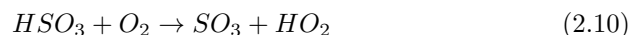
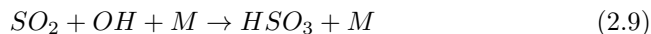
En el caso del ozono troposferico, los ingredientes principales son radiacion solar, NO_x y compuestos organicos volatiles (?).



Los mecanismos mostrados son un resumen de complejas reacciones en la atmósfera donde muchas otras reacciones y compuestos juegan un rol.

2.2.2 Especies de azufre

El es un compuesto que reacciona generando importantes contaminantes como sulfatos y ácido sulfurico, importantes en la lluvia ácida (deposición ácida). Los combustibles tienen azufre y durante la combustión, el azufre es oxidado generando SO_2 , el diesel tiene mayor cantidad de azufre que la gasolina, por lo tanto generando más SO_2 . También existe el dimetilsulfido (DMS) $(CH_3)_2S$, que es biogénico, así como el carbonilo sulfido (COS), que tiene un largo tiempo de vida que permite su transporte a la estratosfera. A continuación un resumen de los mecanismos de generación de ácido sulfurico (?). SO_2 es oxidado por OH



2.2.3 Aerosoles

Son partículas suspendidas desde $\sim 0.001 \mu m$ hasta $100 \mu m$ (luz molecular a gota). Conocido como material particulado (MP), su caracterización es realizada mayormente en base a su diámetro aerodinámico como se muestra en la siguiente figura (?)(?). Existen tres agrupaciones que son:

1. Modo Aiken: núcleos de condensación nuevos (fresh) que condensan (gas) o coagulan (líquidos). Diámetro hasta 100 nm.

2.3. FORZANTES CLIMATICOS Y GASES DE EFECTO INVERNADERO 23

2. Modo acumulacion: Diametro entre 100 y 1000 nm.
3. Modo coarse: Diametro mayor que 1000 nm.

Los aerosolos son claisficados por numeros, area de superficie y volumen. Normalmente las agencias de medio ambiente miden MP_{10} (diametro menos \leq que $10 \mu m$) y $MP_{2.5}$ (diametro menos \leq que $2.5 \mu m$) en $\mu g \cdot m^{-3}$. A continuacion una figura mostrando material particulado en Chile, Brazil y China.

Chile *

China

ingrese aqui: <https://aqicn.org/forecast/beijing/>

Osasco, Brasil

NASA WORLDVIEW es un excelente recurso para monitorear aerosoles, incendios y mucho mas.

Ingrese a <https://worldview.earthdata.nasa.gov/> y busque aerosol

2.3 Forzantes climaticos y gases de efecto invernadero

El efecto invernadero es un fenomeno que e produce naturalmente en la tierra, sin intervencion humana. Por ejemplo, concentraciones biogenicas de CO_2 o el vapor de agua. Sin embargo, el termino forzante climatico se refiere de estos compuestos quimicos tienen una incidencia en el clima, pues alteran el cambio en irradiancia neta $W \cdot m^{-2}$.

El forzante radiativo es utilizado como predictor de cambio en la media global de temperatura. IPCC (?) define forzamiento radiativo como:

“The radiative forcing of the surface-troposphere system due to the perturbation in or the introduction of an agent (say, a change in greenhouse gas concentrations) is the change in net (down minus up) irradiance (solar plus long-wave; in Wm^{-2}) at the tropopause AFTER allowing for stratospheric temperatures to readjust to radiative equilibrium, but with surface and tropospheric temperatures and state held fixed at the unperturbed values” (?)

Del sitio web de Copernicus (<https://atmosphere.copernicus.eu/climate-forcing>:

“Climate forcing measures the imbalance in the Earth’s energy budget caused by a perturbation of the climate system, for example changes in atmospheric composition driven by human activities. **Climate forcing, also known as Radiative Forcing, therefore determines the change in globally-averaged temperature change due to the natural or human-induced changes to the energy budget.** Increases in greenhouse gas concentrations over the industrial era are responsible for a positive climate forcing, causing a gain of

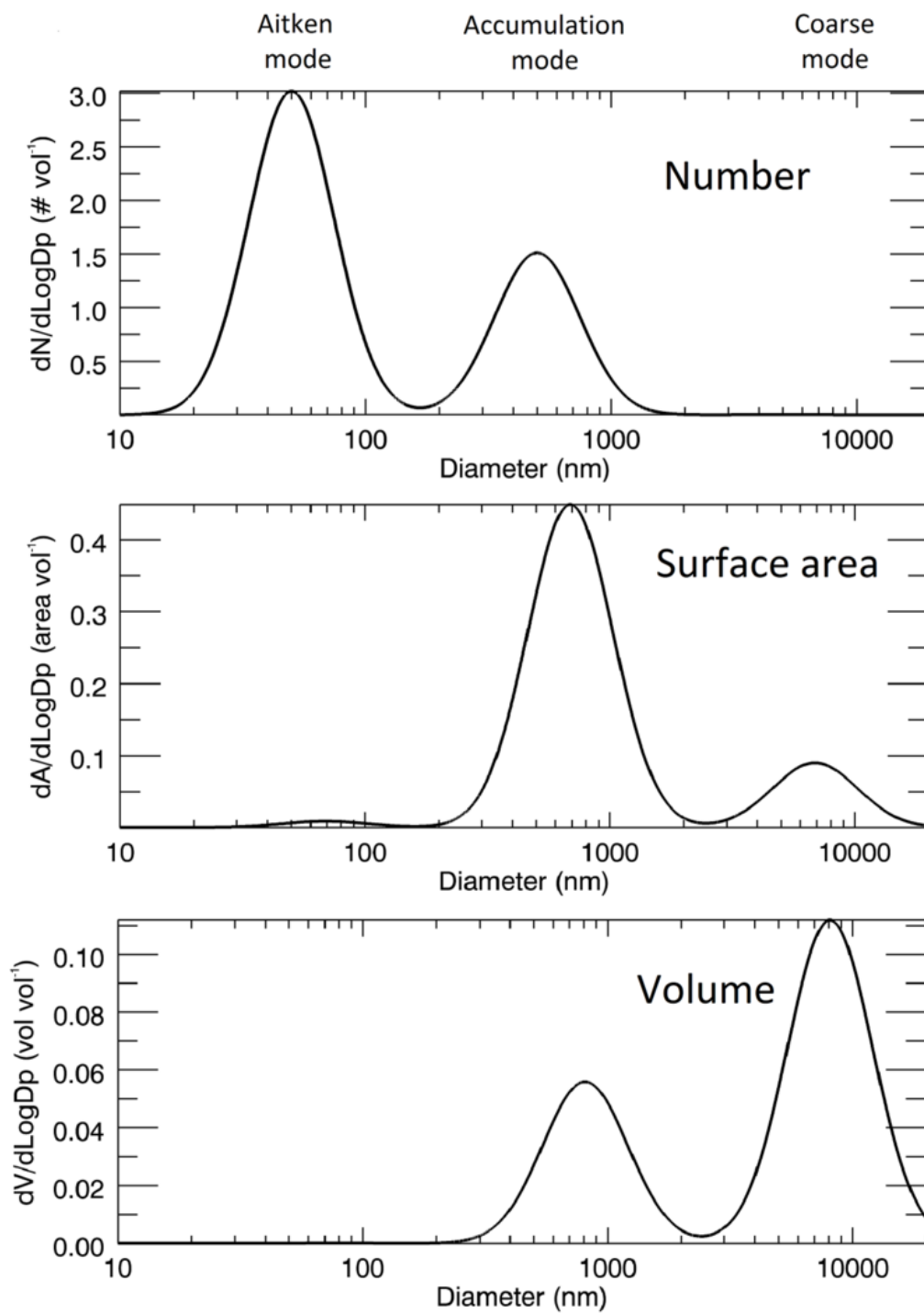


Figure 2.7: Distribucion normalizada (suma es 1000) de aerosoles por diametro aerodinamico, Dominio Publico

2.3. FORZANTES CLIMATICOS Y GASES DE EFECTO INVERNADERO25

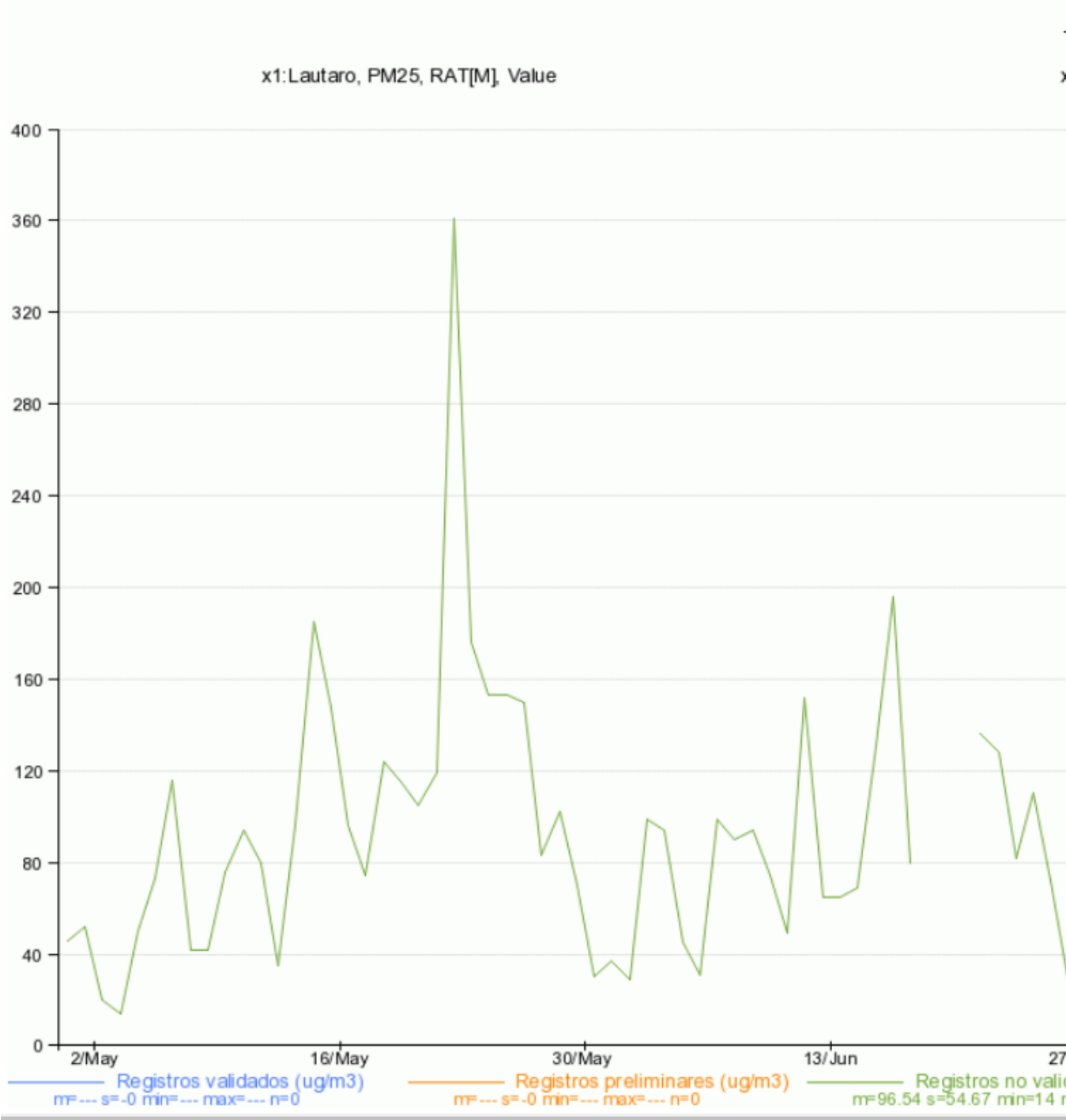


Figure 2.8: MP2.5 ug/m3 em Lautaro, Chile
(<https://sinca.mma.gob.cl/index.php/estacion/index/key/870>)

Monitoring points	AQI	Air quality index category	Primary pollutant	PM2.5 fine particles	PM10 respirable particulate matter
Regional station	500	Severe pollution	Particulate matter (PM10)	254	724
Gujiang Baga Township	393	Severe pollution	Particulate matter (PM10)	143	494

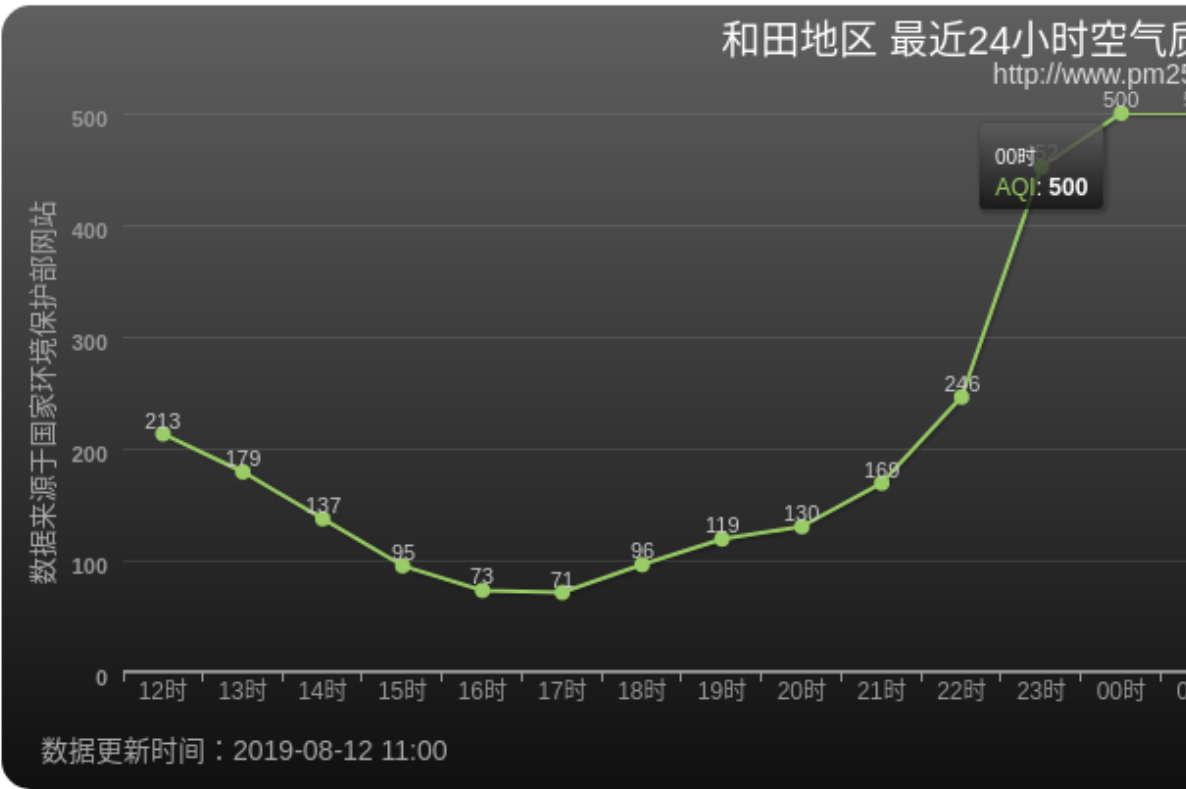


Figure 2.9: MP2.5 ug/m3 em Hotan, China (<http://pm25.in/hetiandiqu>)

2.3. FORZANTES CLIMATICOS Y GASES DE EFECTO INVERNADERO27

Rede Automática			
Data Inicial:	01/01/2019	Data Final:	01/09/2019
Aplicar Represent.:	Não		
Parâmetro:	MP2.5 (Partículas Inaláveis Finas)		
Unidade de Medida:	µg/m3		
Tipo de Dados:	Média Horária		
Tipo de Cálculo:	Média Horária		
Filtro Complementar			
Hora Inicial:	-	Hora Final:	-
Mês Inicial:	-	Mês Final:	-

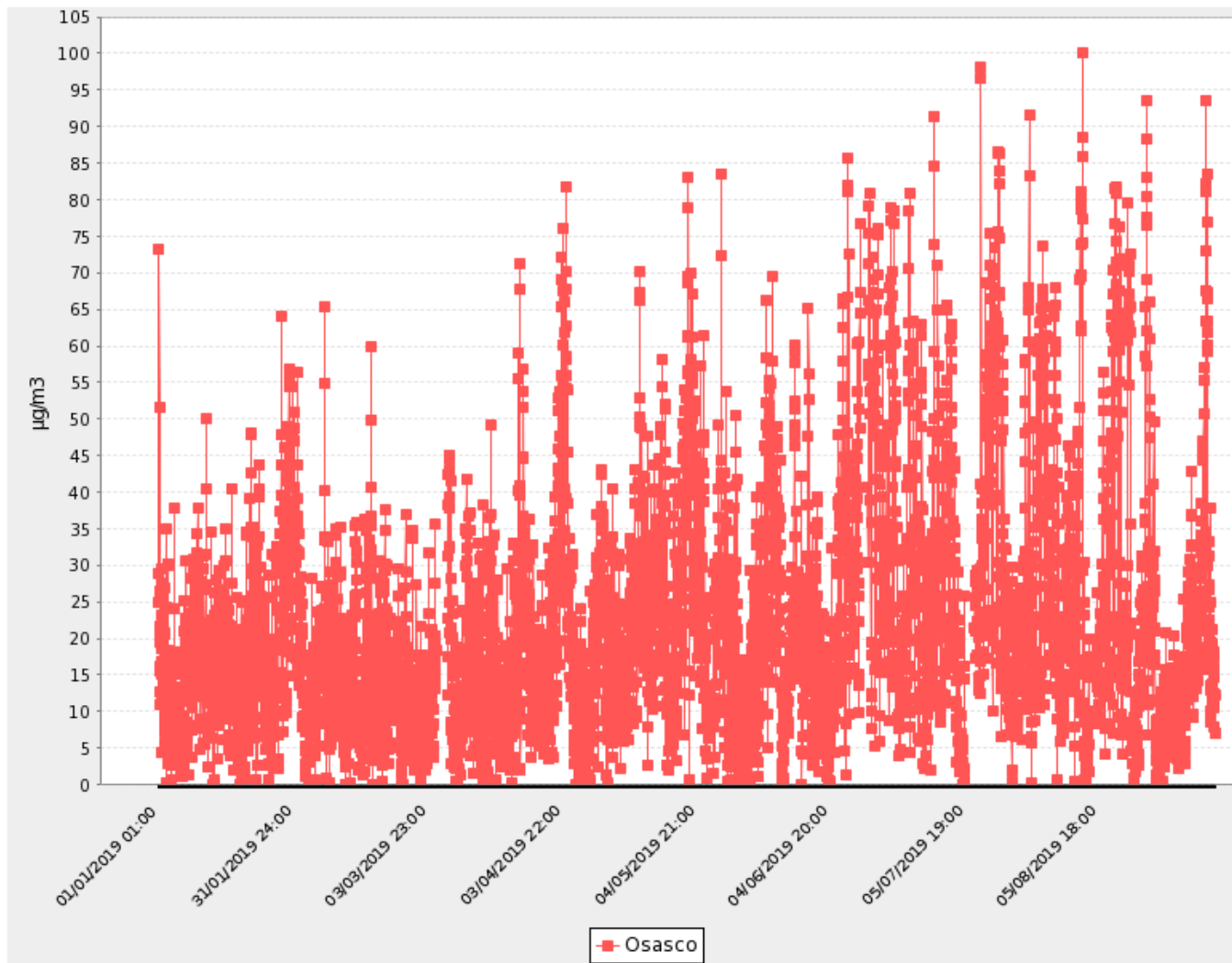


Figure 2.10: MP2.5 ug/m3 Osasco, Brasil (<https://qualar.cetesb.sp.gov.br>)

energy in the climate system. In contrast, changes in atmospheric aerosol concentrations result in a negative climate forcing leading to a loss of energy. It is the balance between these various climate forcings that drive the change in global temperature.” <https://atmosphere.copernicus.eu/climate-forcing>

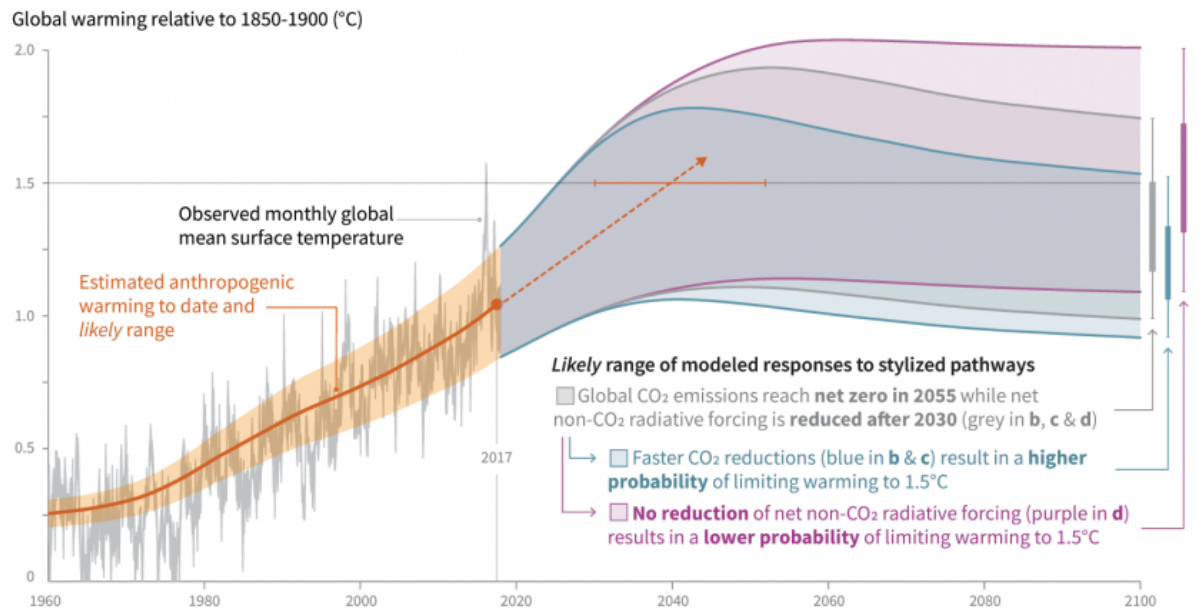
Esta figura muestra un resumen de los compuestos y su forzante radiativo (FR)
(?)

2.3.1 Efectos directos e indirectos de aerosoles

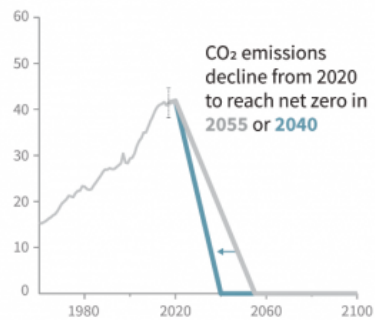
- Directo: Influencia en balance radiativo.
- Indirecto: Influencia en el clima.
- Primer efecto indirecto: microfísica de la precipitación.
- Segundo efecto indirecto: Cantidad de lluvia.

Cumulative emissions of CO₂ and future non-CO₂ radiative forcing determine the probability of limiting warming to 1.5°C

a) Observed global temperature change and modeled responses to stylized anthropogenic emission and forcing pathways

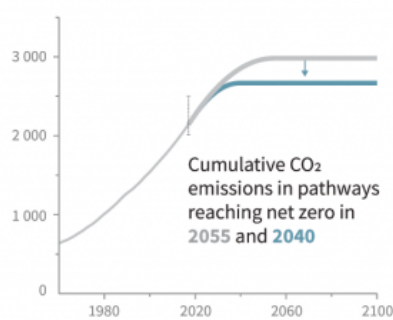


b) Stylized net global CO₂ emission pathways Billion tonnes CO₂ per year (GtCO₂/yr)



Faster immediate CO₂ emission reductions limit cumulative CO₂ emissions shown in panel (c).

c) Cumulative net CO₂ emissions Billion tonnes CO₂ (GtCO₂)



Maximum temperature rise is determined by cumulative net CO₂ emissions and net non-CO₂ radiative forcing due to methane, nitrous oxide, aerosols and other anthropogenic forcing agents.

d) Non-CO₂ radiative forcing pathways Watts per square metre (W/m²)

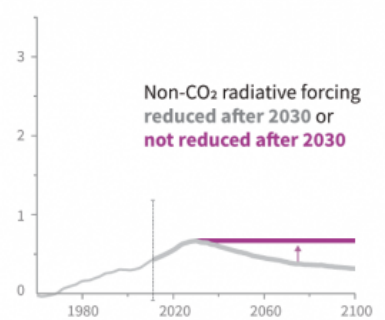


Figure 2.11: Cambio en la temperatura media debido a forzantes radiativas (<https://atmosphere.copernicus.eu/climate-forcing>)

Contributions to observed surface temperature change over the period 1951–2010

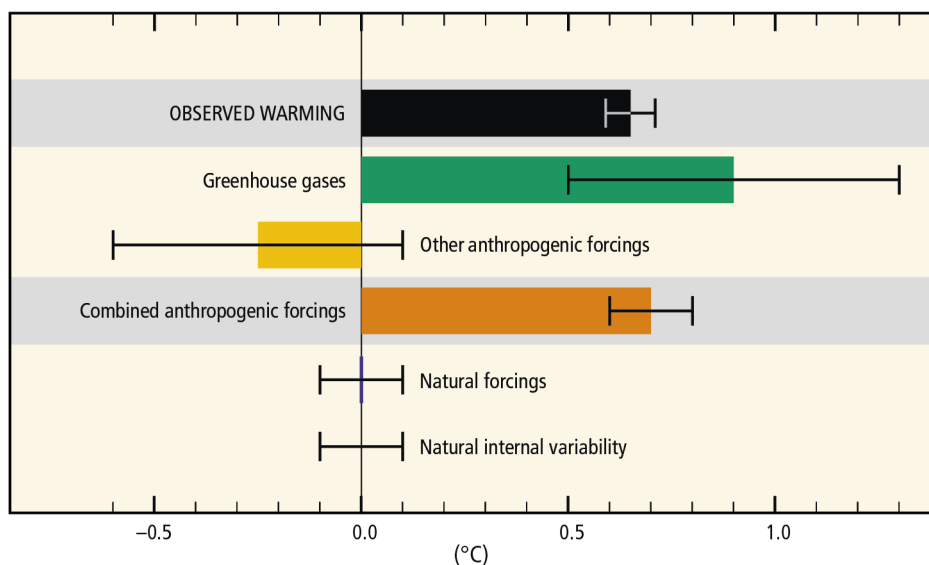
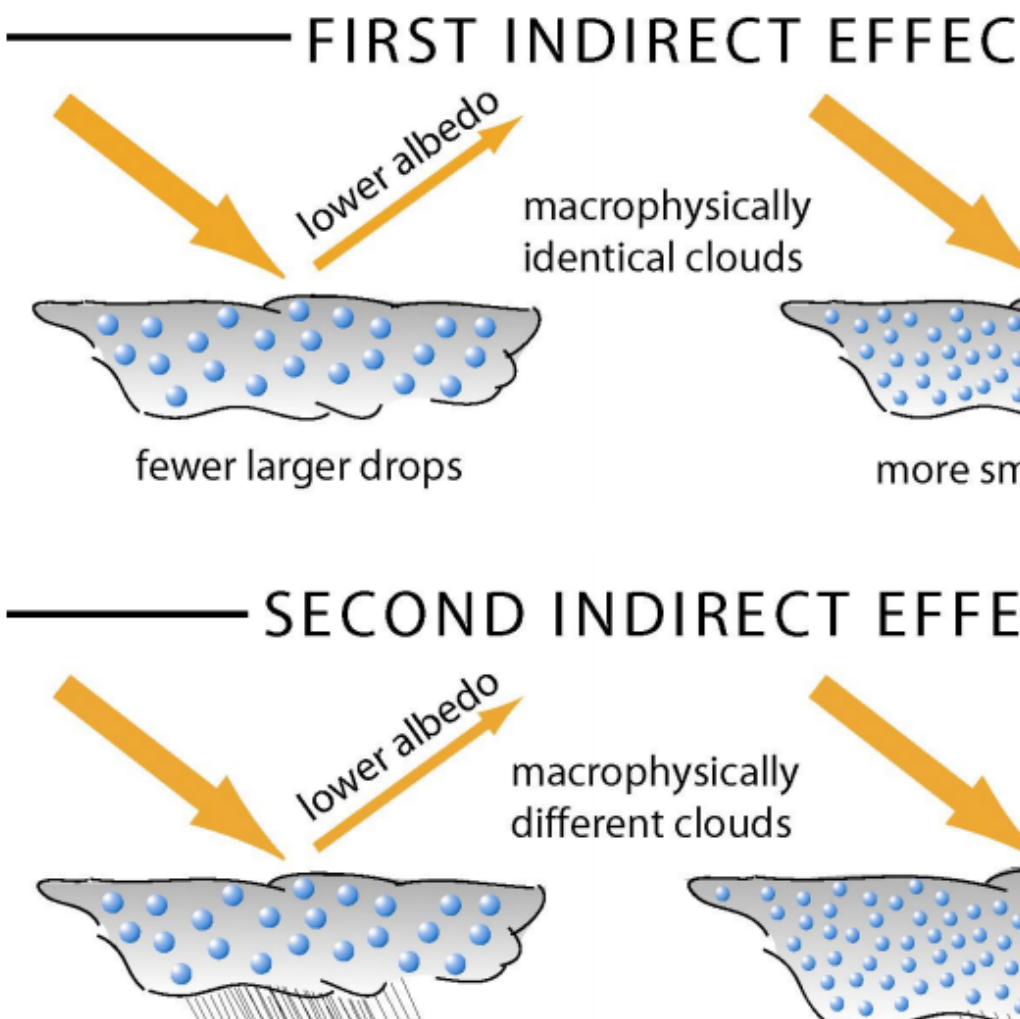


Figure 2.12: Cambio en la temperatura media debido a forzantes radiativas (<https://atmosphere.copernicus.eu/climate-forcing>)



2.3. FORZANTES CLIMATICOS Y GASES DE EFECTO INVERNADERO31

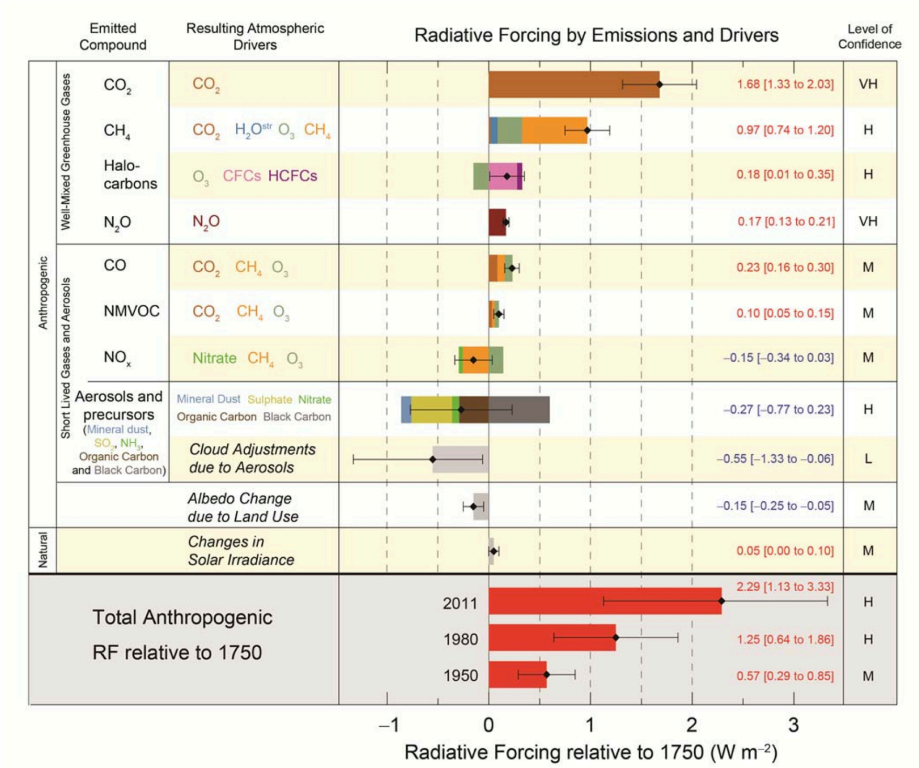


Figure 2.13: Forzante radiativo (<https://atmosphere.copernicus.eu/climate-forcing>)

\caption{Forzantes indirectos (Robwood, 2019) (https://atmos.uw.edu/~robwood/teaching/591/ATMS_591_Albrecht_1989.pdf)} \end{figure}

2.3.2 Black Carbon - Carbono negro

Son partículas producto de la combustión incompleta de combustibles con origen antropogénico y biogénico. Considerado el segundo gas de efecto invernadero después de CO₂ (?).

2.4 Emisiones y sus fuentes

Un inventario de emisiones es la compilación del flujo de masa de contaminantes emitida en un lugar y tiempo determinado.

Son definidos por la ecuación básica de :

$$E = FE \cdot NA \quad (2.12)$$

Donde E es la emisión, FE es el factor de emisión y NA el nivel de actividad. Por ejemplo, si queremos saber las emisiones de vehículos, FE está en **g/km**, NA es la cantidad de vehículos veces la distancia que recorren **km** en un tiempo determinado, luego E es la masa **g** de contaminantes.

2.4.1 Tipos

Ya que ya sabemos los contaminantes y su forzamiento radiativo, podemos ver cuáles son las fuentes de ellos, desde el punto de vista de contaminación atmosférica y clima. Existen varios tipos de fuentes de emisiones:

Pueden tener aplicaciones de gestión y científicas:

Por ejemplo, IPCC entrega guías para que los países compilen inventarios de emisiones de gases de efecto invernadero:

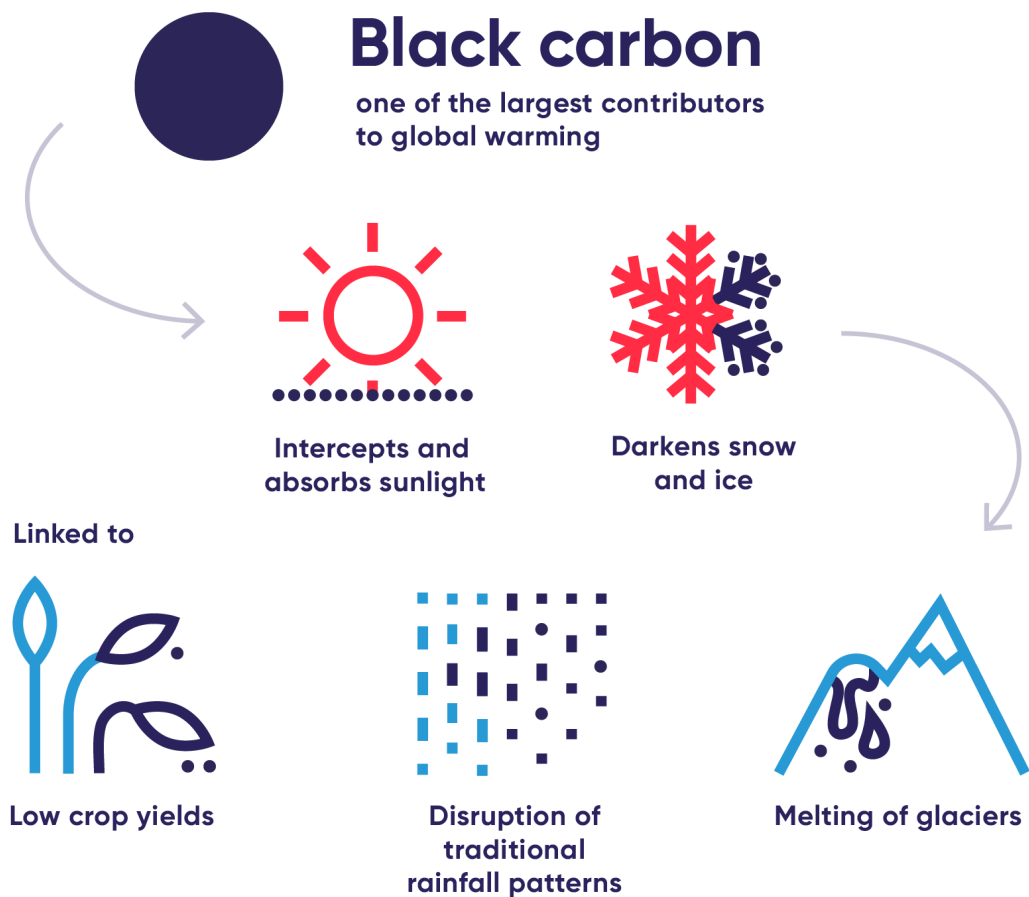
Ahora podemos ver cómo ha sido la serie de emisiones globales de gases de efecto invernadero:

2.4.2 Calidad y criterio

Un inventario de emisiones debe considerar la aseguración de la calidad. En este sentido, los científicos buscan errores, puntos débiles. Los tomadores de decisiones (UNFCCC-IPCC) buscan consenso. Por lo tanto, la calidad para los inventarios científicos consiste en que las estimaciones tienen que ser confirmadas, calibradas y validadas. Y en el plano político, un inventario de calidad genera un acuerdo y protocolo que todos deben atacar (VEA CLRTAP)

Our air and our climate

Many air pollutants have important impacts on the climate.



#BeatAirPollution

Figure 2.14: UNEP (<https://twitter.com/UNEnvironment/status/1150404638501416961/photo/1>)

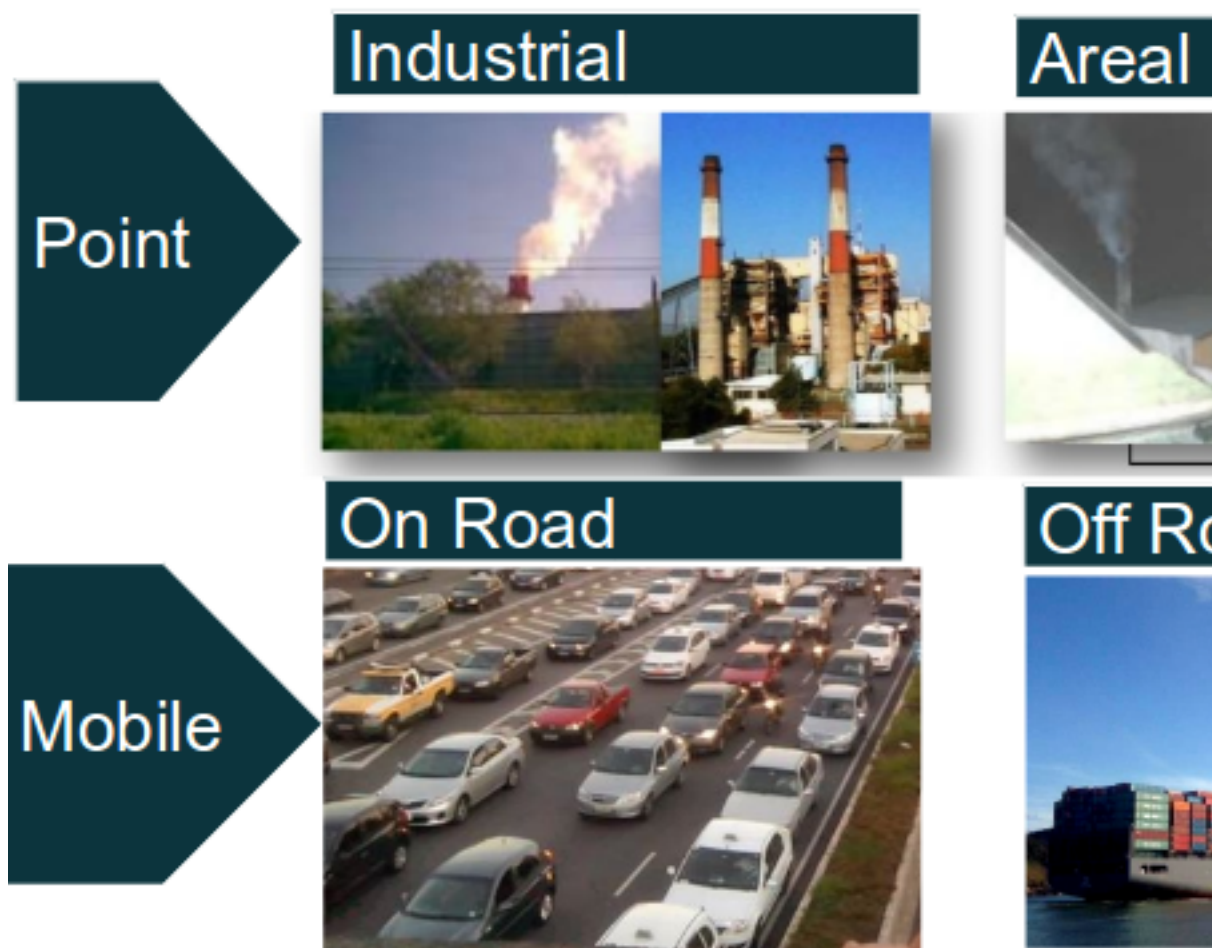


Figure 2.15: Fuentes de emisiones

Type of application	Inventory examples
Policy applications	National greenhouse gas inventories, submitted to the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC [10])
	National air pollutant inventories submitted to the United Nations Economic Commission for Europe's Convention on Long Range Transboundary Air Pollution (LRTAP [11])
	Pollutant Release and Transfer Registers (PRTR) like the TRI in the United States (Inventory (TRI, [12]) and the European Union's EPER [13])
Scientific applications	The GEIA emission databases (GEIA [14])
	The EDGAR emission inventories (EDGAR [15])
	The TNO Emissions Assessment Model (TEAM [16, 17])

Figure 2.16: Tipos de inventarios (Pules and Helsinga, 2013)

2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories

2019 Refinement has been accepted!

The following files are the advance version of the Overview Chapter and the underlying "2019 Refinement to the 2006 Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories" including the Glossary as adopted/accepted on 12 May 2019 at the 49th session of the IPCC <[Decision - IPCC-XLIX-9 - Adoption and Acceptance of 2019 refinement](#)>. They are subject to final copy-edit and layout prior to its final publication. Added is the Note with the explanation of the technical corrections of editorial nature made to the accepted 2019 Refinement.

More information on the development of the 2019 Refinement can be found [here](#).

Overview Chapter

Volume 1 General Guidance and Reporting

Volume 2 Energy

Volume 3 Industrial Processes and Product Use

Volume 4 Agriculture, Forestry and Other Land Use

Volume 5 Waste

Figure 2.17: Actualización en las guías de inventarios de emisiones IPCC (<https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/index.html>)

2.4.3 Dimensiones

Como **científicos** necesitamos responder las siguientes preguntas:

- Que: Que contaminante (específico) es emitido.
- Como: Cual es el proceso.
- Cuando: Caracterización temporal.
- Onde: Caracterización temporal.

** Mapas interactivos de Inventario de emisiones vehiculares de Sao Paulo (Ibarra 2017)**

- PM2.5
- NOx
- CO
- HC

2.4.4 Categorías llave

En los inventarios de emisiones muchas veces pocas categorías emiten la mayor cantidad de contaminantes. Estas son las **categorías llave** y es en ellas donde debemos invertir la mayor cantidad de esfuerzo y recurso económico.

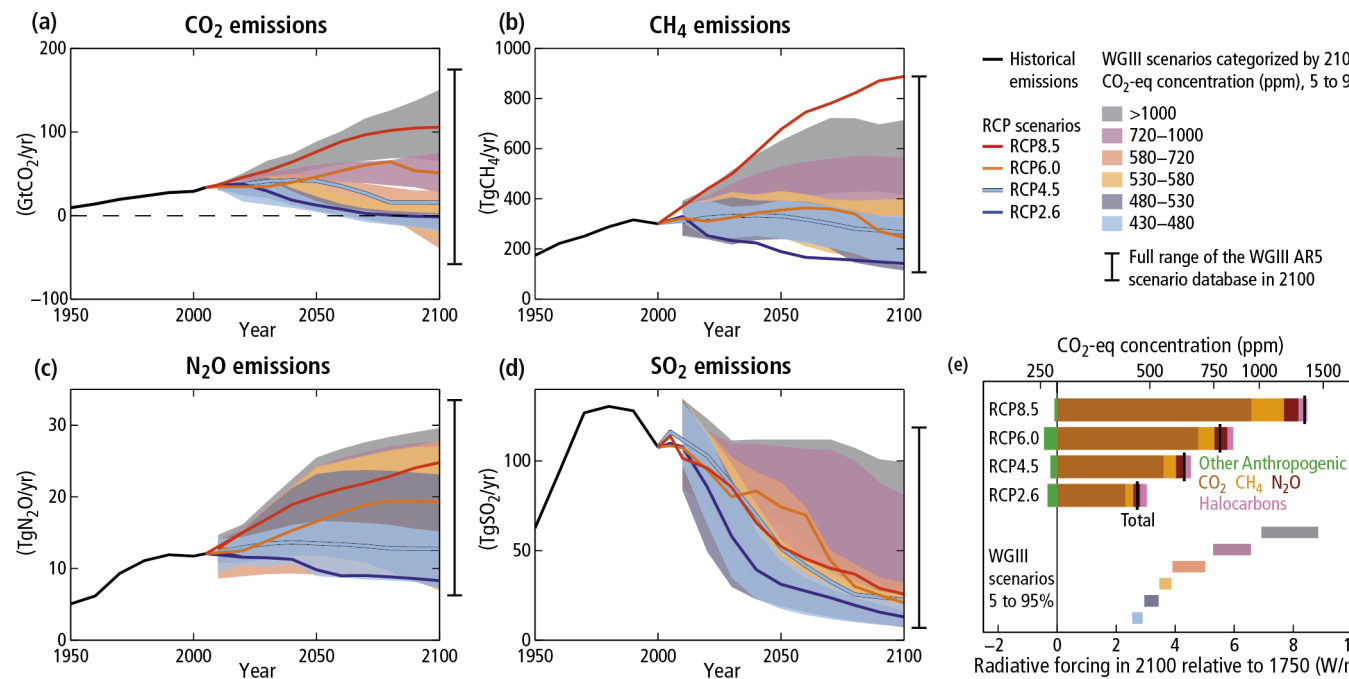


Figure 2.18: Serie de emisiones)

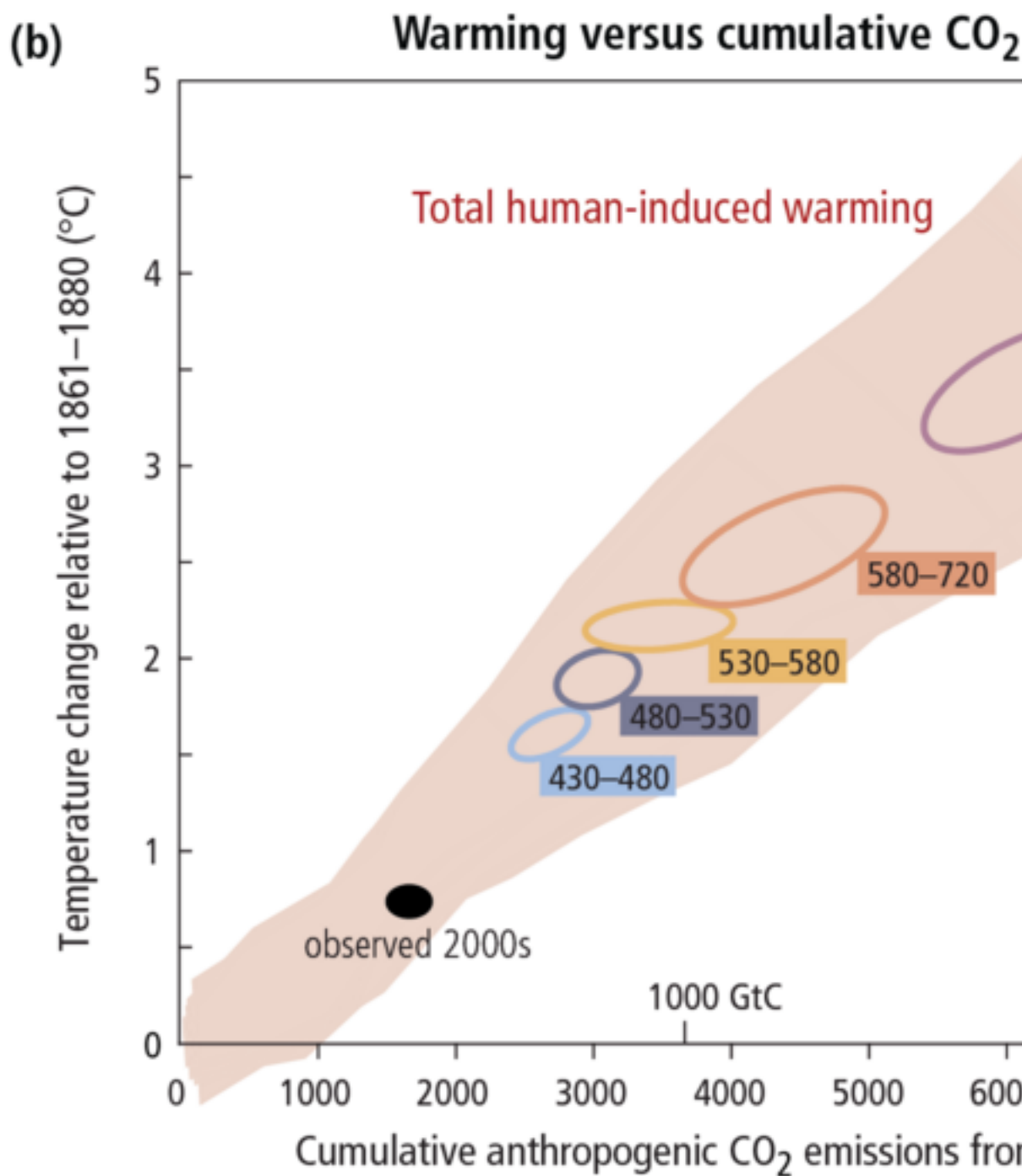


Figure 2.19: CO₂ y temperatura (<http://www.ipcc.ch/report/graphics/>)