

# Impactos Ambientales y Sociales

María Catalina Ramírez

Profesora Asociada, Departamento de Ingeniería Industrial.

Directora Ingenieros sin Fronteras Colombia

Andrés Acero López

Estudiante Doctoral, Facultad de Ingeniería.

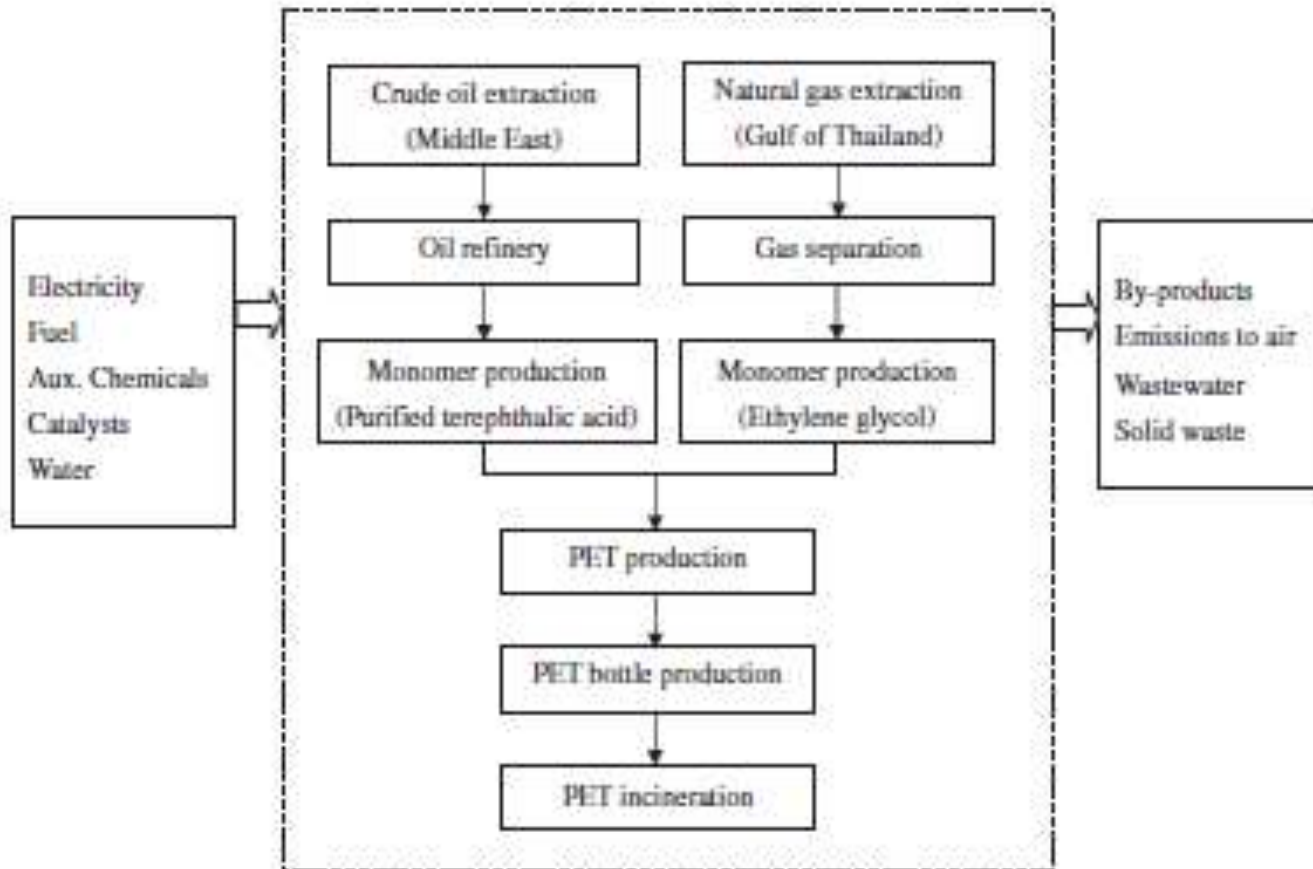
# Desarrollo sostenible sistémico

2

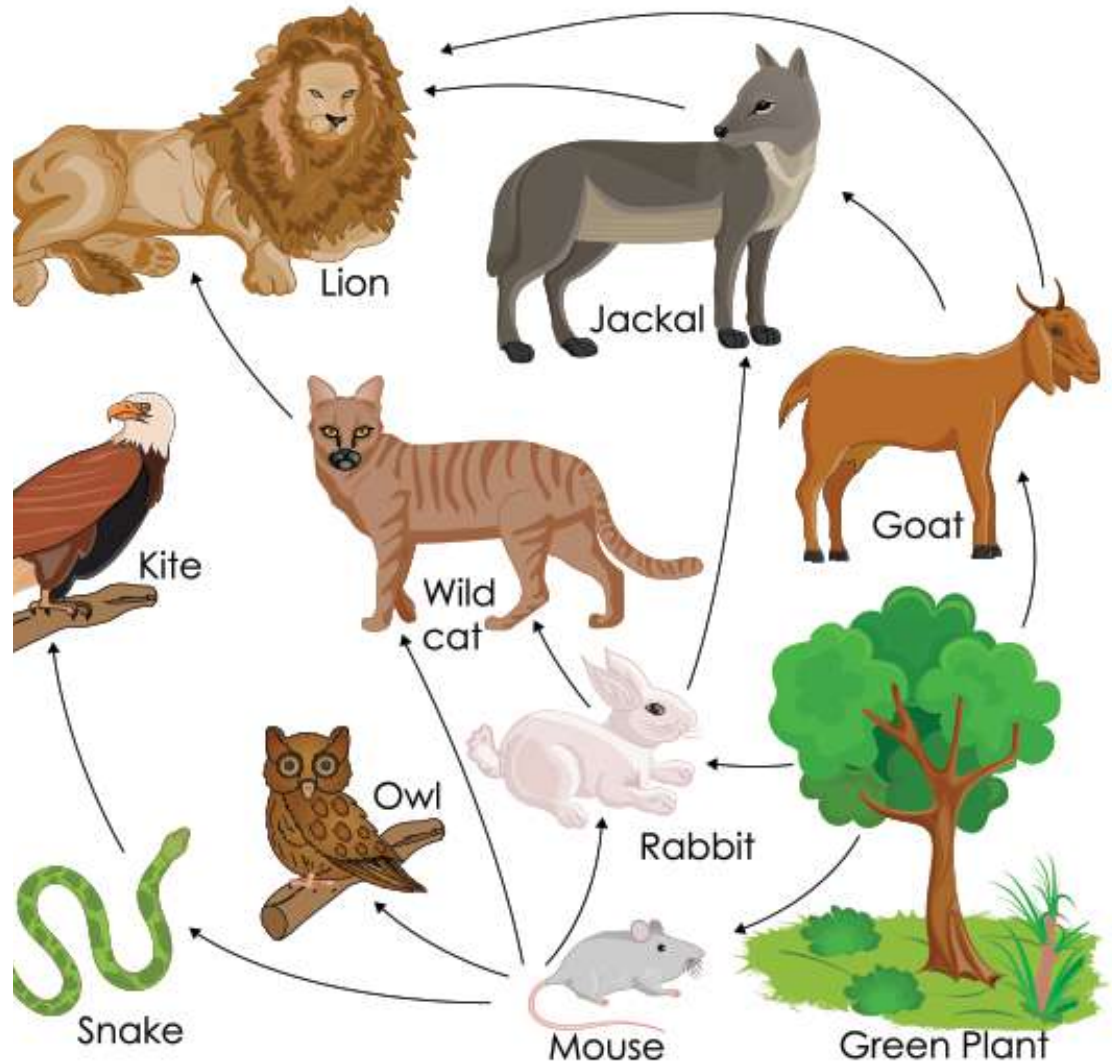
- Desarrollo sostenible es una propiedad emergente de las múltiples interacciones de las redes sociales que interactúan día a día.
- Es un proceso de cambio direccional en el cual el sistema co-evoluciona.
- Puede evolucionar independiente de los gobiernos represivos hacia una auto-organización que permita incrementar el bienestar humano y el mejoramiento de los materiales y de las circunstancias culturales y morales.

# **SISTEMAS INDUSTRIALES**

## S. Interés: Sistemas industriales



# Sistemas complejos



## **Pregunta – Sistemas complejos**

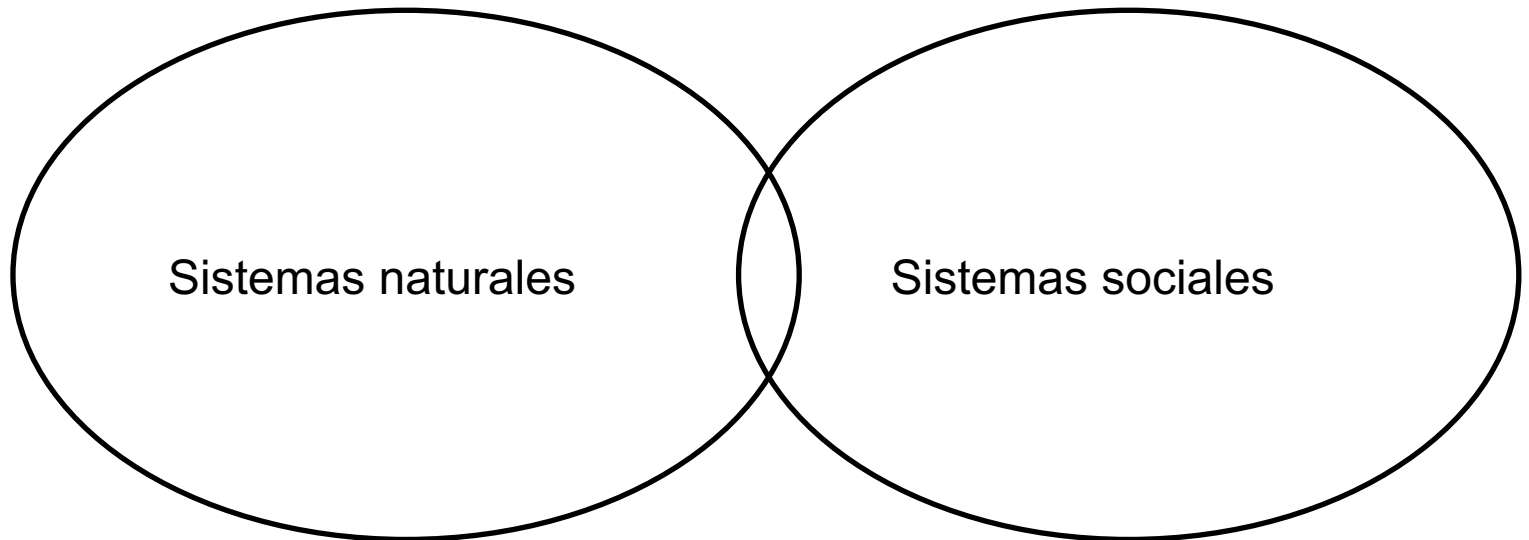
Determine si los siguientes ejemplos corresponden a sistemas complejos:

- Mercado financiero norteamericano
- Minecraft
- Sistema inmune del cuerpo humano
- Ecosistema
- Una casa
- Civilizaciones



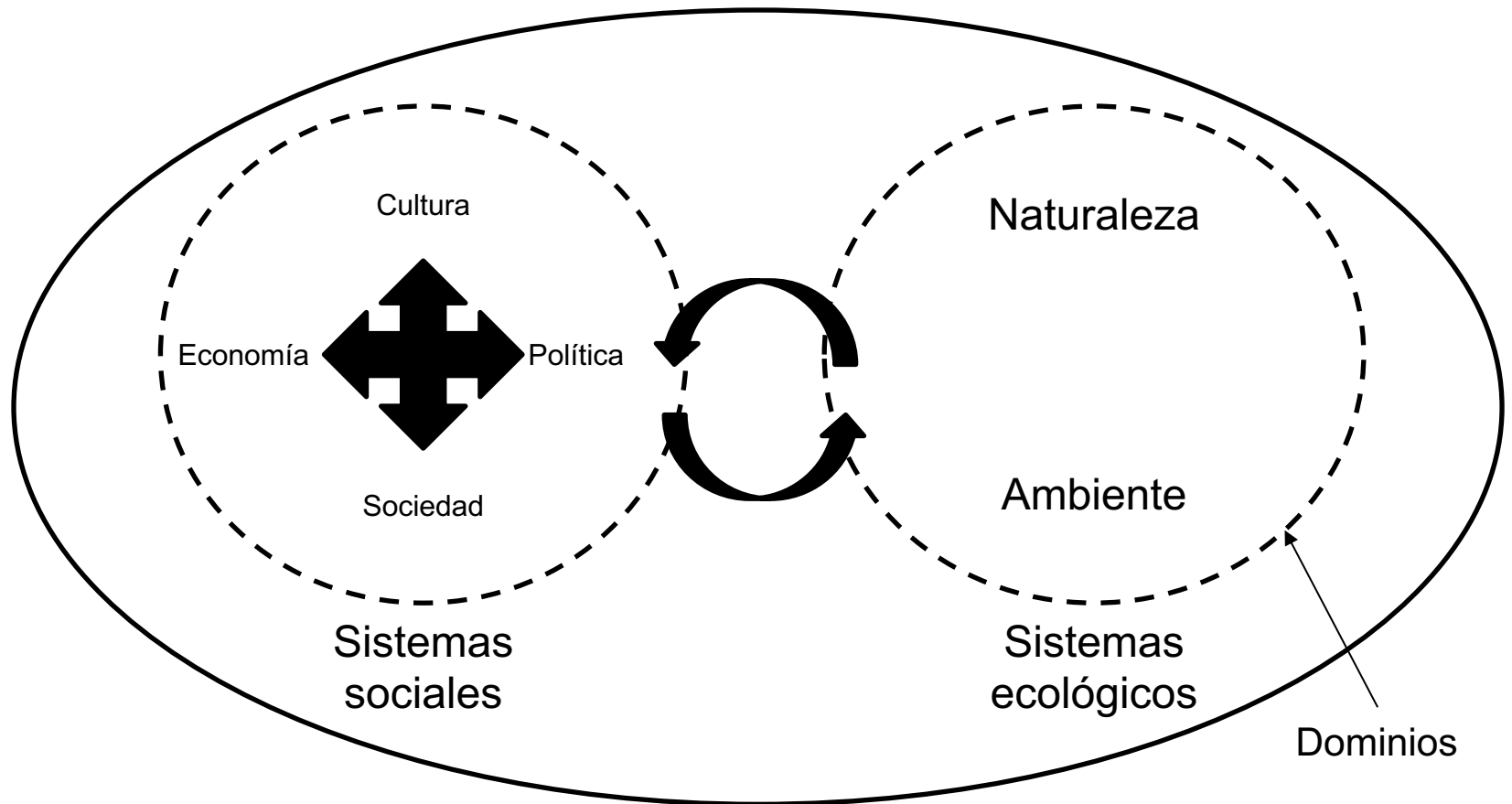
## Relación naturaleza y humanidad

## Perspectiva tradicional

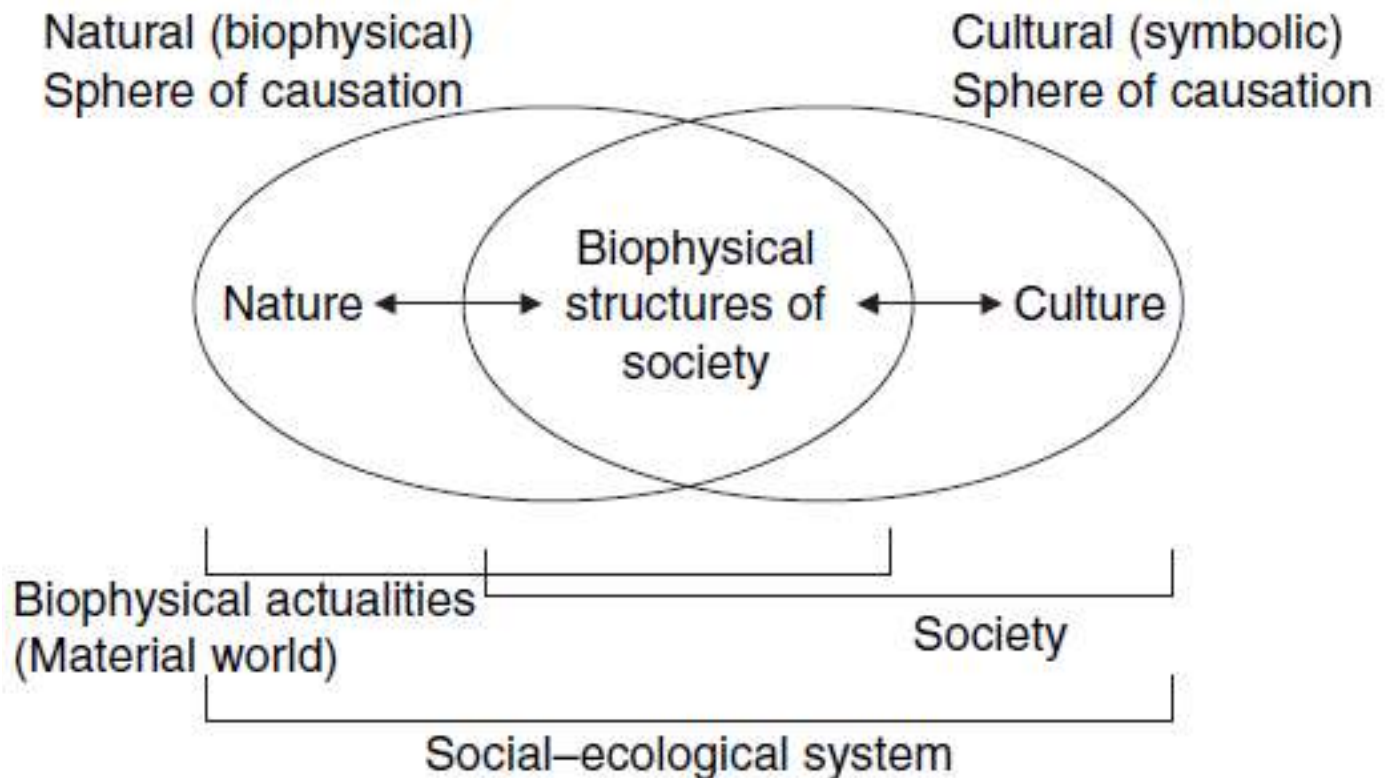




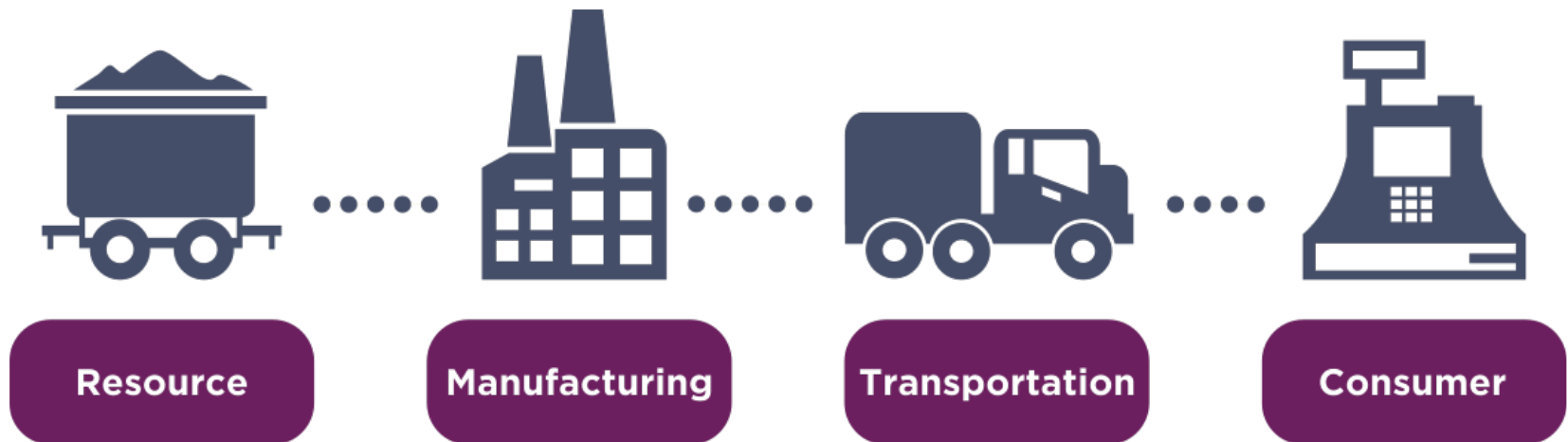
## Sistemas socio-ecológicos



## Sistemas socio-ecológicos



## La industria – sistemas insostenibles



A wide-angle photograph of a large industrial factory floor. The space is filled with various pieces of machinery, including what appear to be lathes and other metalworking equipment. The floor is marked with yellow and green safety lines. In the background, there are elevated walkways and more industrial structures. The lighting is bright, coming from numerous overhead fixtures. The overall atmosphere is one of a busy, large-scale manufacturing environment.

# Características de los sistemas industriales

- Mucho desperdicio - Pocos ciclos de materiales cerrados.
- Los materiales sufren transformaciones.
- Uso de energía a altas temperaturas
- Control central débil
- Diversidad moderada de actividades y redundancia
- No linealidades en el comportamiento

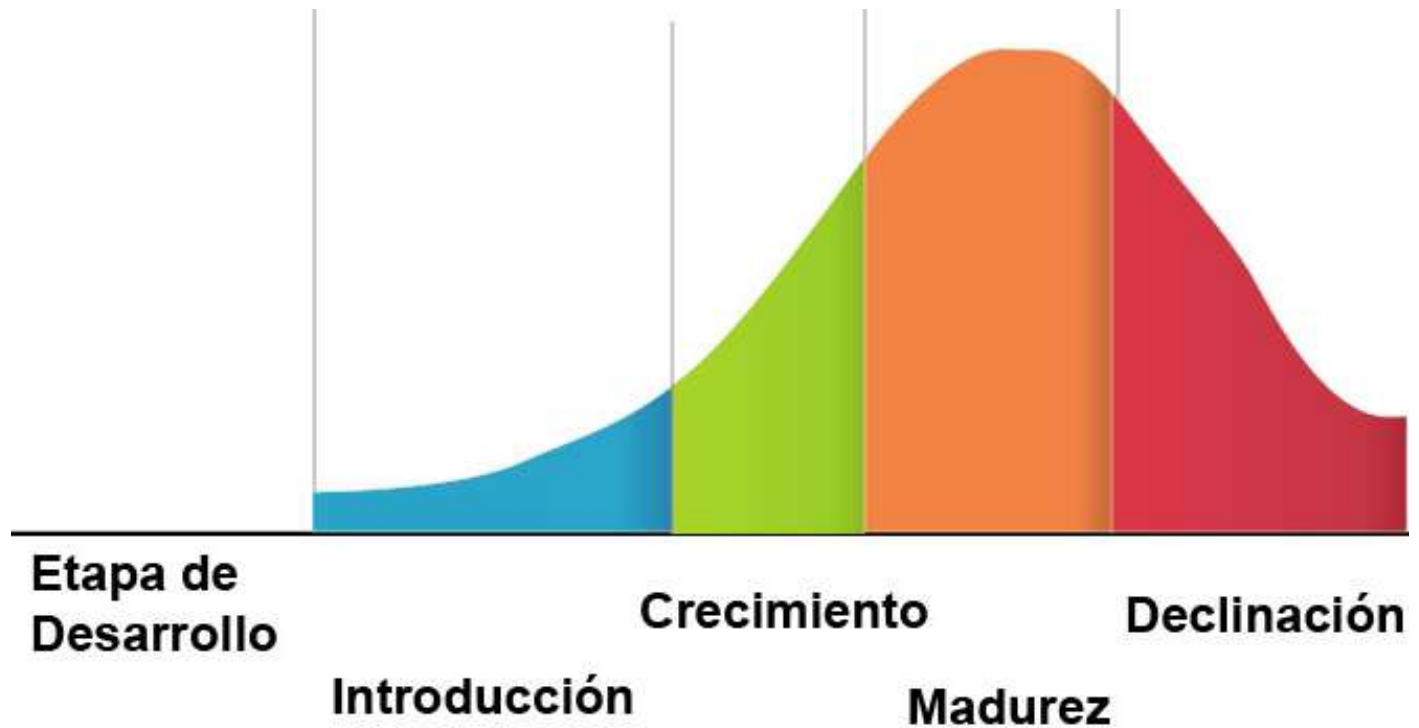
# Paradigma tradicional de la empresa



13

- La empresa como centro de la atención (principio y fin de los sistemas).
- Ignora los procesos involucrados en la provisión de insumos, así como los aspectos de consumo y post-consumo
- Pensamiento en productos

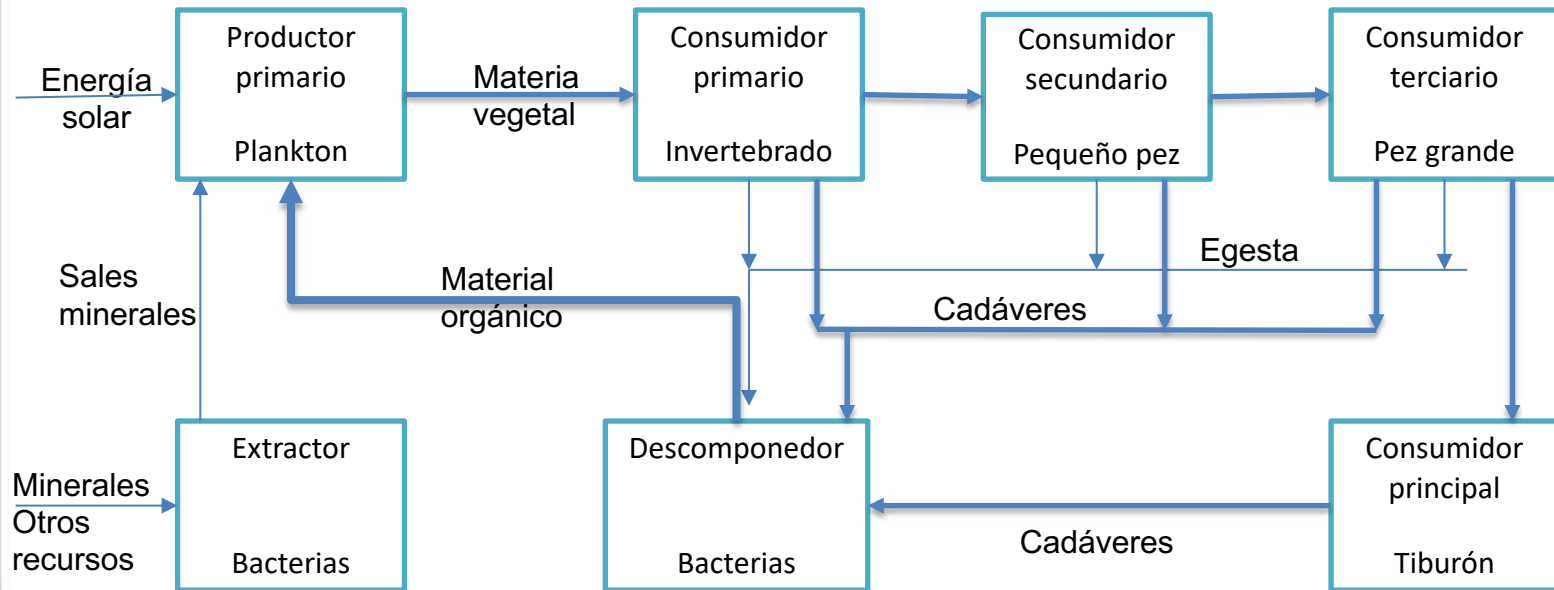
## Pensamiento en ciclo de vida



## Ciclo de vida de un producto

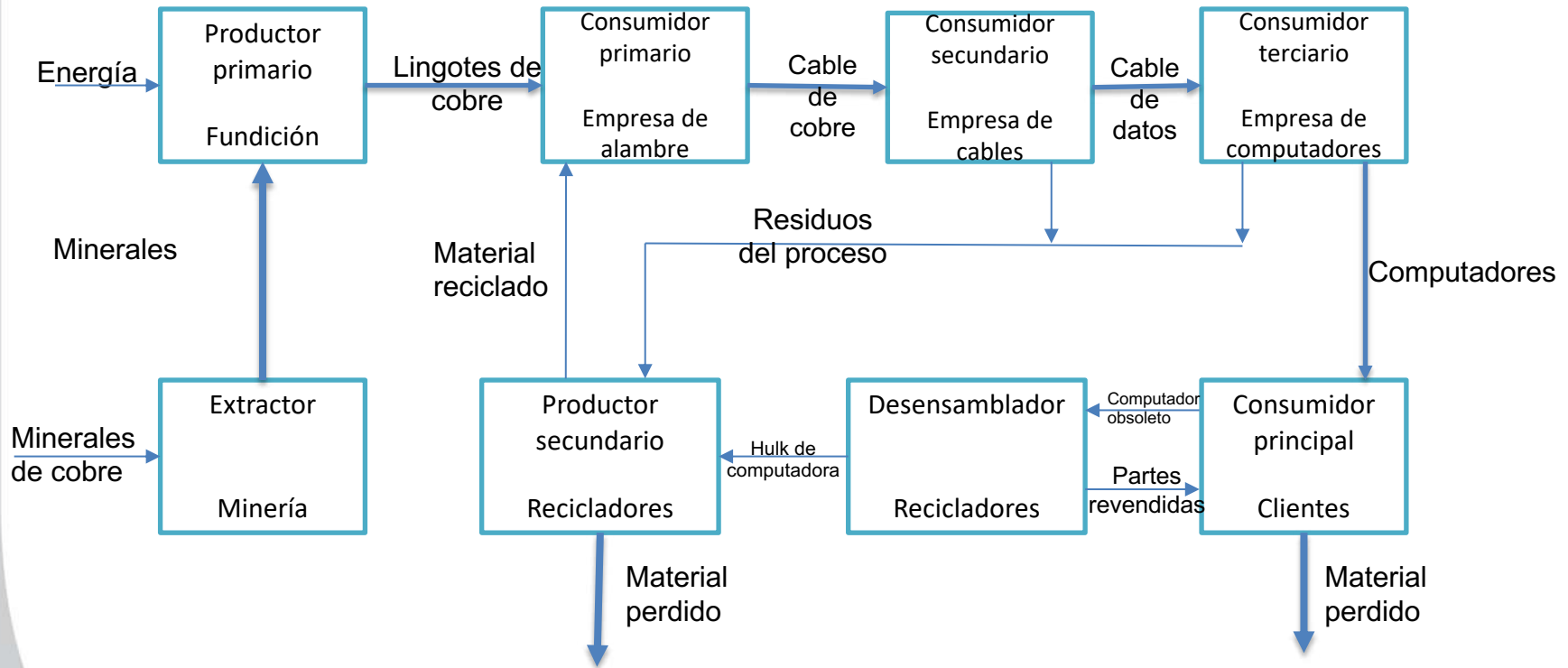


## Ciclo de materiales– ecosistema marino





## Cadena industrial – Cobre para computadores

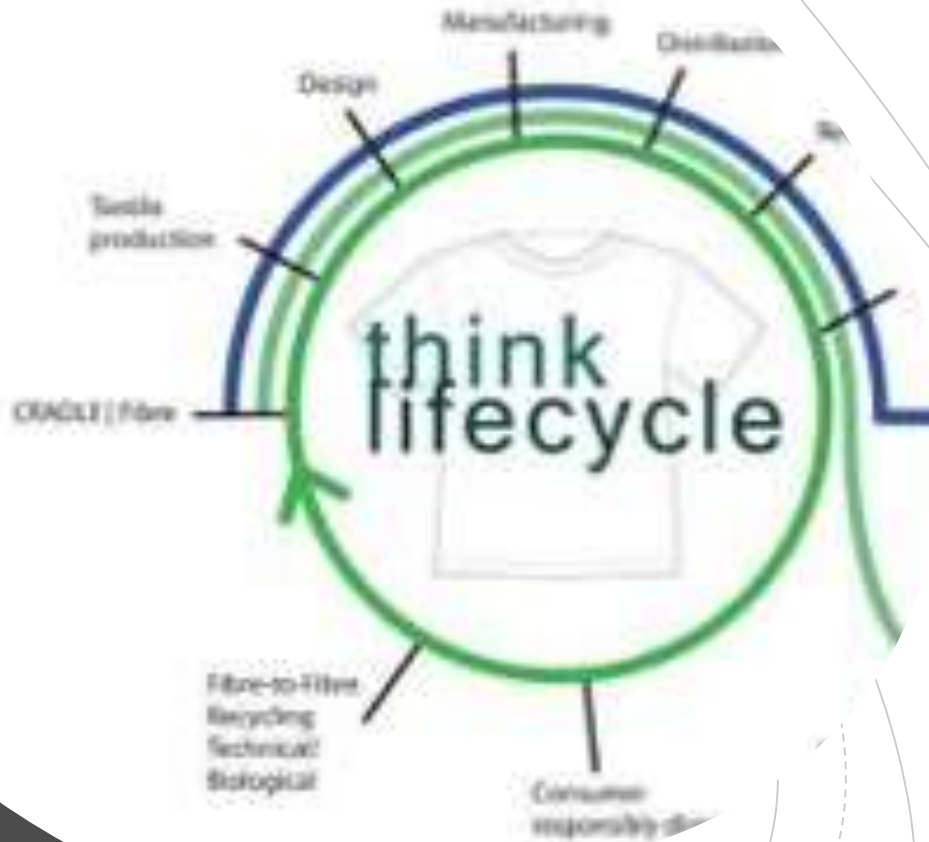


## Pensando en sistemas como un todo



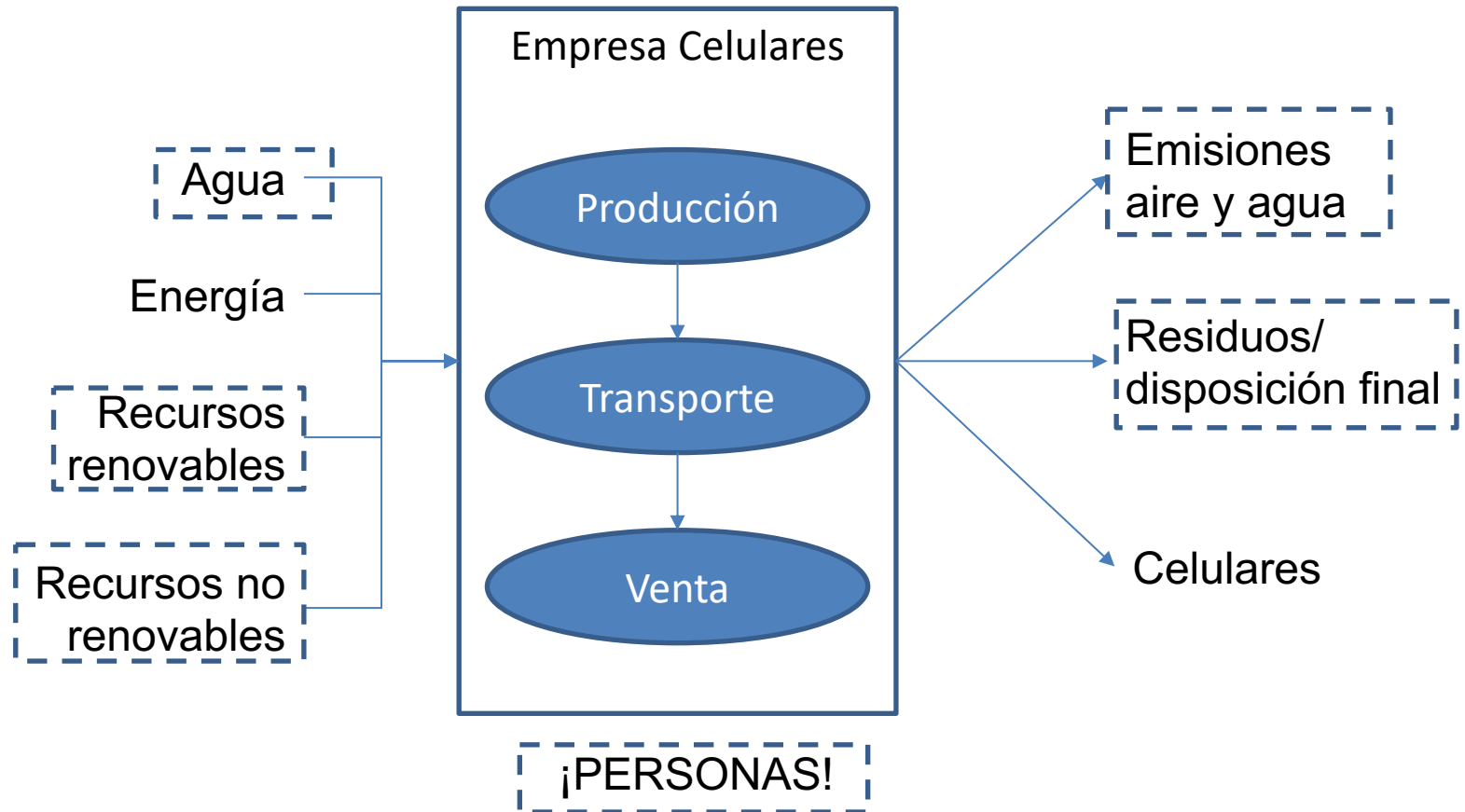
- El enfoque de ciclo de vida es una herramienta de diseño que **investiga y evalúa los aspectos ambientales y sociales de un producto o servicio durante todas las etapas de su existencia** (Diseño, producción, comercialización, uso y disposición final)
- Basado en la ecología industrial

Conversation, Collaboration  
Promoting Lifecycle thinking in



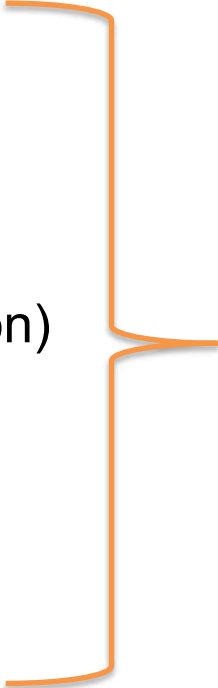
**¿Qué pasa en los sistemas industriales?**

## El impacto de sistemas industriales



## Impactos ambientales

- Cambio climático
- Agotamiento de la capa de ozono
- Ozono fotoquímico o smog
- Eutrofización acuática (o nutrificación)
- Acidificación
- Toxicidad y eco-toxicidad
- Agotamiento de recursos
- Uso de tierra



Impactos principales  
utilizados para la  
evaluación ambiental  
de productos



# Cambio climático o calentamiento global

- Se refiere al fenómeno del aumento, a escala mundial y durante varios años, de la temperatura media de los océanos y la atmósfera
- La mayoría de los científicos reconoce que este aumento de la temperatura es causado principalmente por el "forzamiento antropogénico", es decir, la mayor emisión de gases de efecto invernadero a la atmósfera debido a las actividades humanas.
- El efecto invernadero es un proceso natural de calentamiento global que interviene en el equilibrio radiactivo de la Tierra

## El proceso

Los principales **gases de efecto invernadero** son:

- dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>),
- metano (CH<sub>4</sub>),
- óxido nitroso (a.k.a. gas de la risa, N<sub>2</sub>O)
- ozono (O<sub>3</sub>).

Los **gases de efecto invernadero industriales** incluyen:

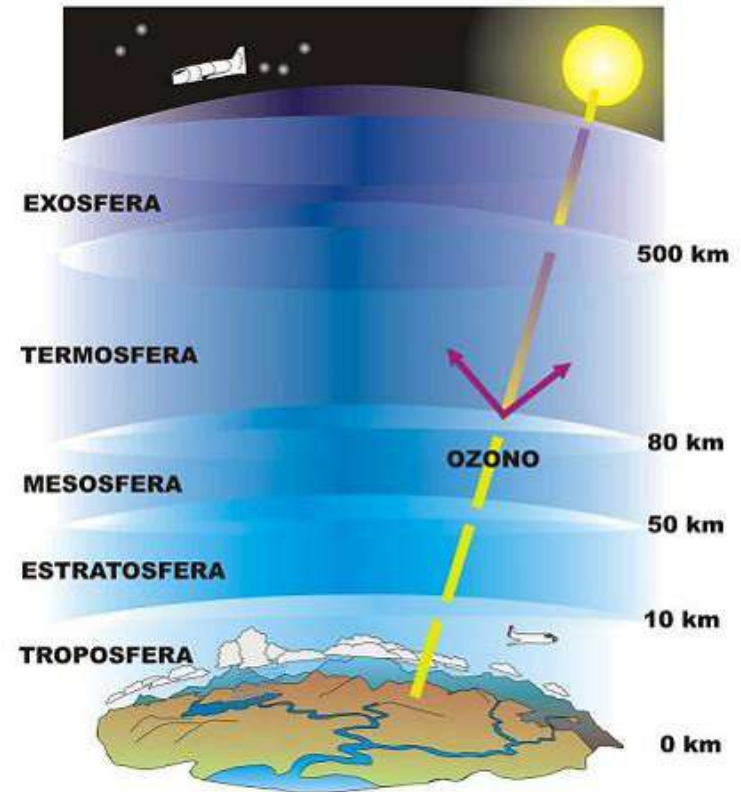
- halocarbonos y hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>).

**Contribuciones** aproximadas al efecto invernadero de los principales gases:

- vapor de agua: 54,8%
- dióxido de carbono: 39%
- ozono: 2%
- metano: 2%
- óxido nitroso: 2%

# Agotamiento capa ozono

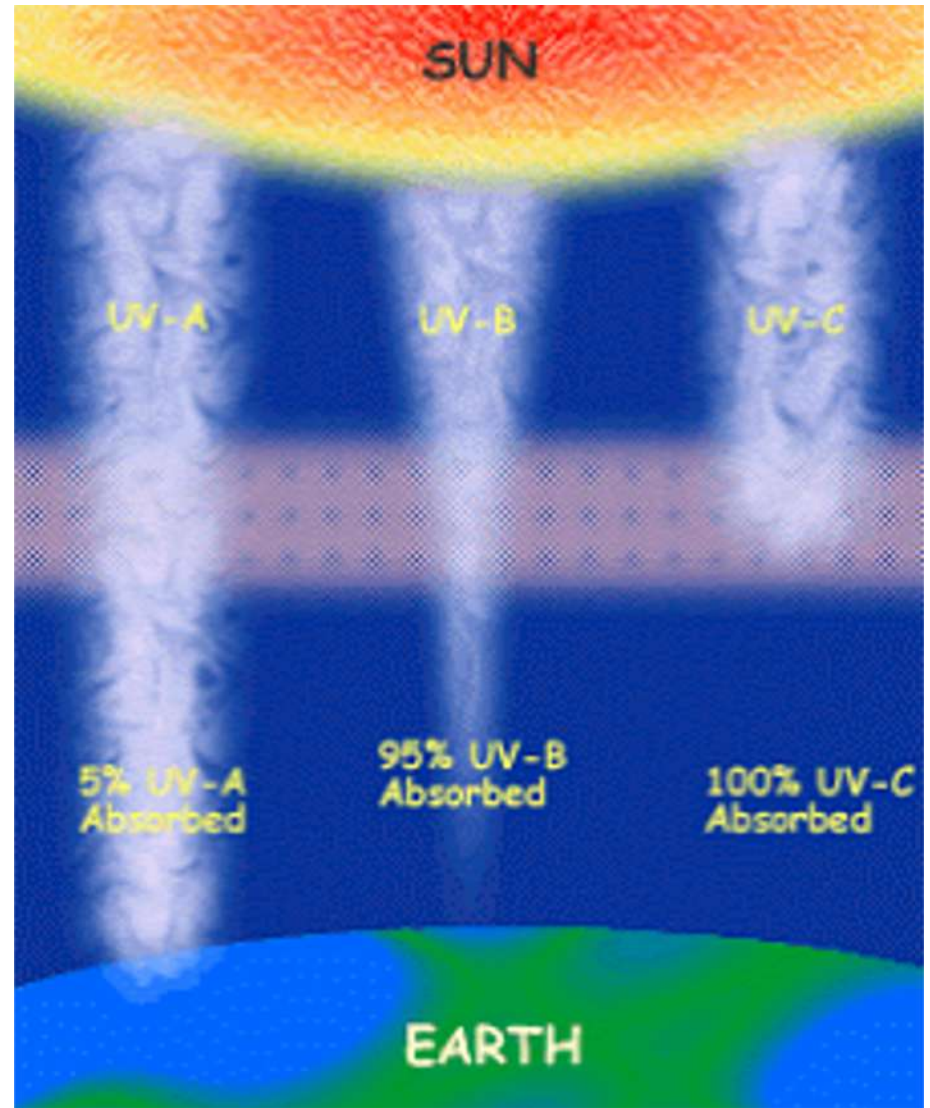
- El ozono ( $O_3$ ) es una forma química particular de oxígeno, muy inestable y reactiva
- La capa de ozono representa esquemáticamente la parte de la atmósfera con la mayor concentración de ozono
- El ozono está presente principalmente a una altitud entre 15 y 40 km ( $[O_3] \sim 8$  ppmv), en la estratosfera





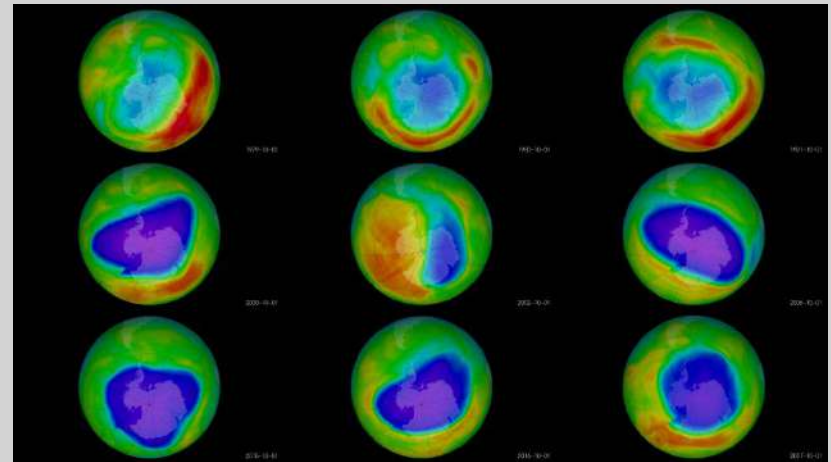
# Agotamiento de la capa de ozono

La capa de ozono nos protege contra los rayos ultravioleta del sol impidiéndoles alcanzar la superficie de la Tierra. Este tipo de ozono es por lo tanto beneficioso, incluso necesario para los seres vivos.



# Agujero en la capa ozono

- Hablamos de un agujero en la capa de ozono cuando el valor de la densidad del ozono en una columna vertical está por debajo de 220 unidades Dobson



## Agotamiento capa ozono- el proceso

Sustancias que agotan el ozono (ODS):

### ODS naturales

- CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, H<sub>2</sub>O, sustancias cloradas o bromadas

### ODS antropogénicas

- CFC, tetraclorometano, 1,1,1-triclorometano, HCFC, halones y bromuro de metilo.

Todas las sustancias tienen 2 características en común:

1. Químicamente muy estable en las bajas altitudes de la atmósfera
2. Capacidad de liberar Cl o Br bajo la influencia de la radiación UV

## Agotamiento capa ozono- efectos

La capa de ozono es esencial para la vida en la Tierra, ya que la protege de la dañina radiación ultravioleta emitida por el sol.

### Efectos de la radiación UV:

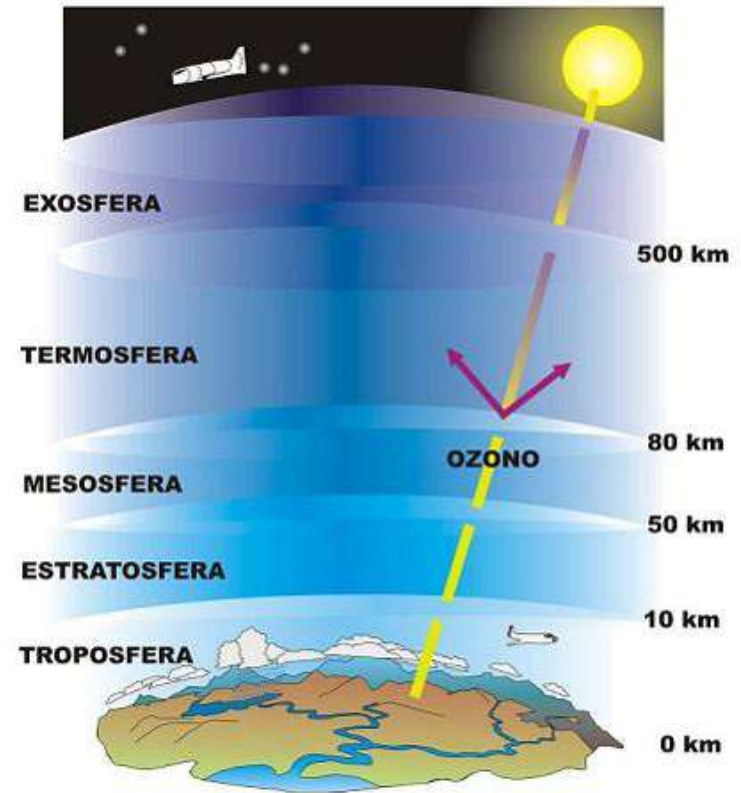
1. Quemaduras superficiales, conjuntivitis, cataratas
2. Aumento de cánceres y envejecimiento de la piel
3. Enfermedades del sistema inmune
4. Reducción de la fotosíntesis: disminución de los rendimientos y calidad de los cultivos, desaparición del plancton, primer eslabón de las cadenas alimentarias acuáticas.

### Además, radiación UV-B:

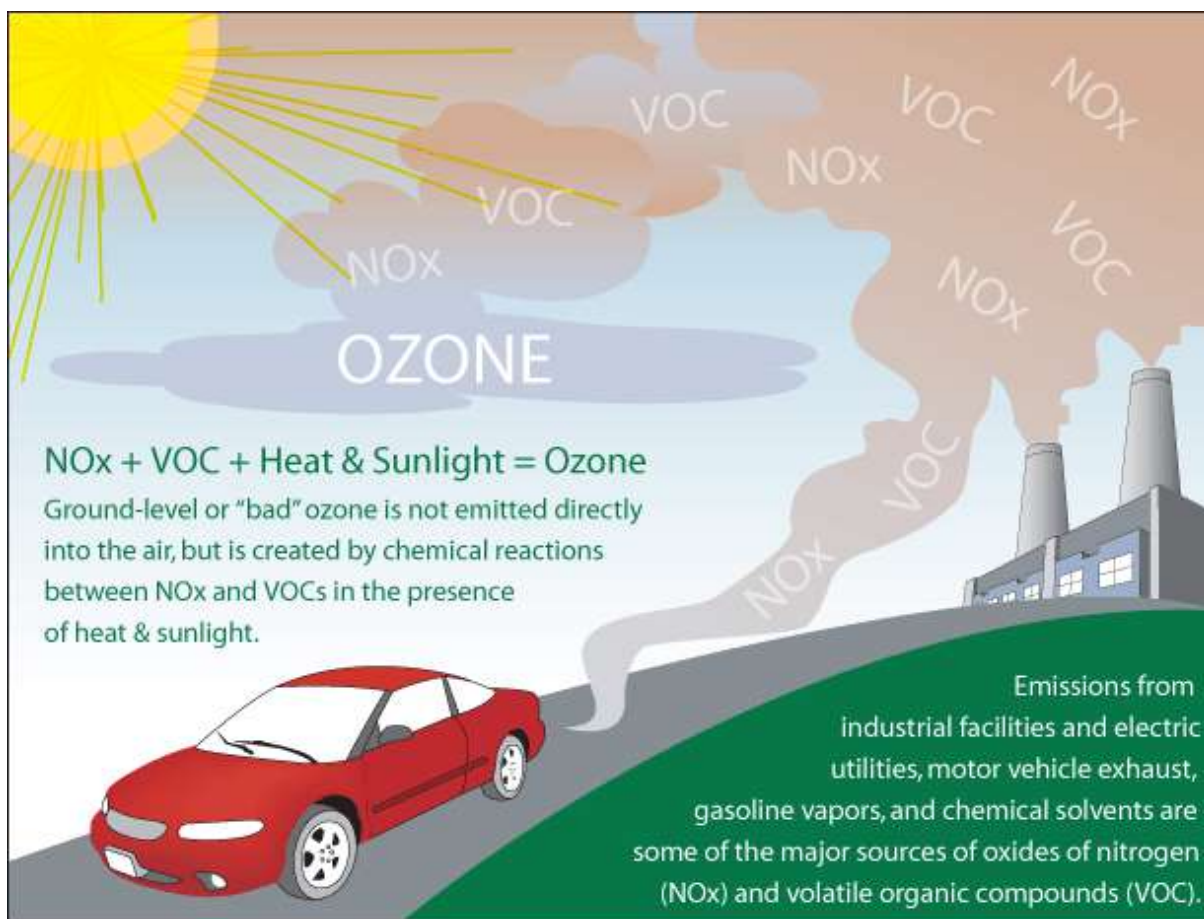
1. Acelera la generación de smog fotoquímico, estimulando así la producción de ozono troposférico nocivo
2. Reduce la vida útil de ciertos materiales inorgánicos como pinturas y plásticos

# Ozono fotoquímico o smog

- Es una mezcla de contaminantes del aire dañinos creado cuando NOx y VOC interactúan bajo la influencia del sol y forman sustancias químicas como el ozono.
- BUENO El ozono estratosférico (alta atmósfera) nos protege de la radiación ultravioleta
- MAL Troposférico (atmósfera más baja) El ozono es reactivo

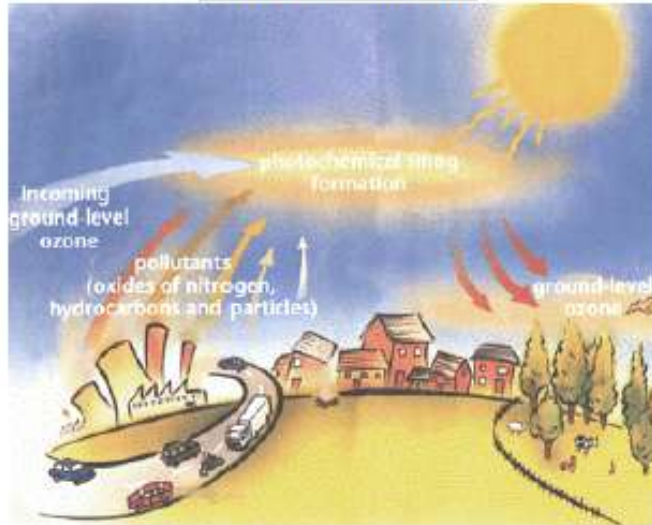


## Ozono fotoquímico



## Dos tipos de smog

### Summer smog



Cause: vehicles, industries, etc.

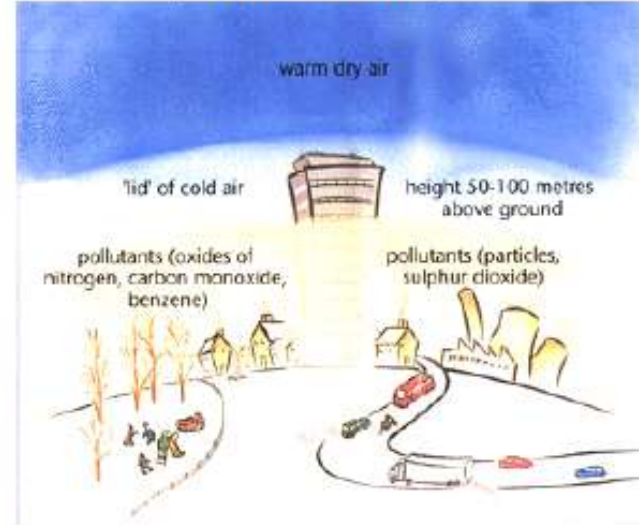
Formed by the action of the sun on pollutants, ozone near the ground

When: warm and sunny days

Where: In urban areas ( $\text{NO}_2$  and particulates)

In rural and suburban areas (especially ozone and particulate matter)

### Winter smog

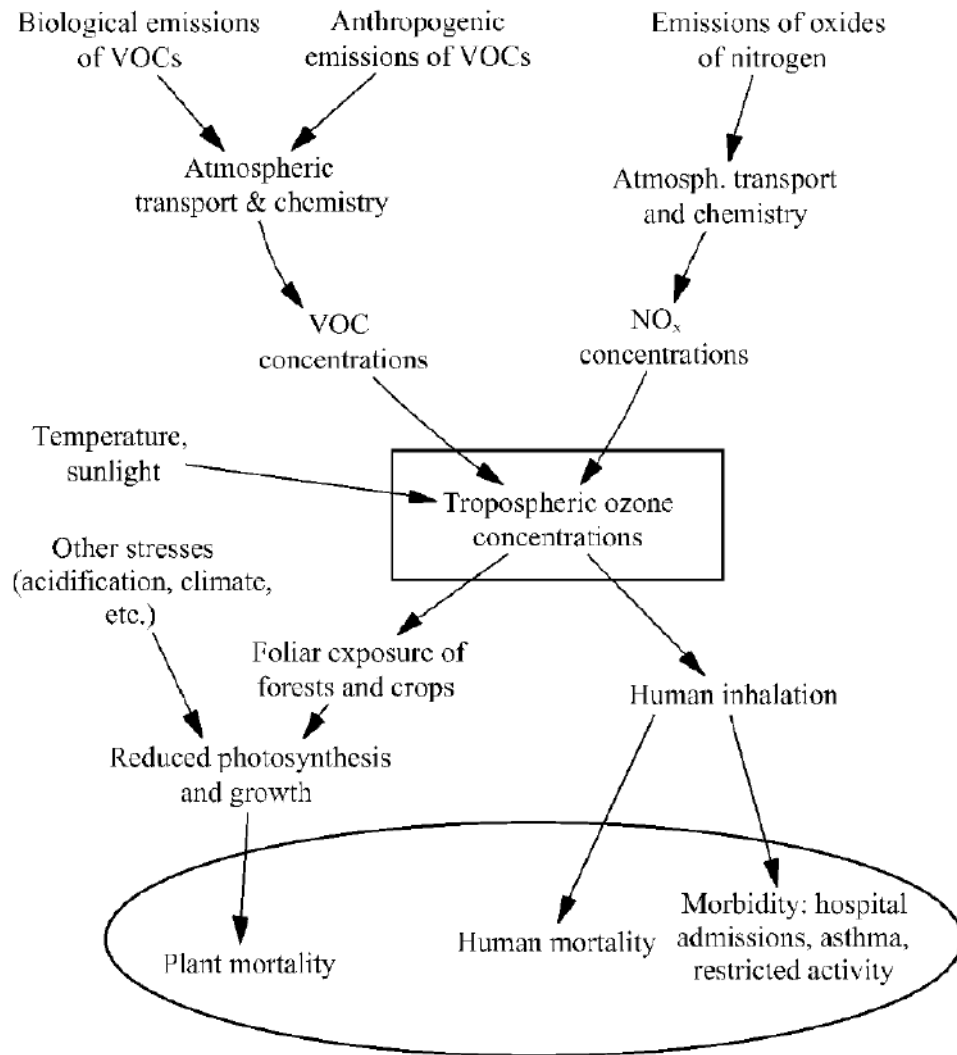


Cause: vehicles, industries, etc.

Formed by the accumulation of pollutants in urban areas. The layer of cold air beneath the warm air traps pollutants

When: cold and calm days

Where: In urban areas



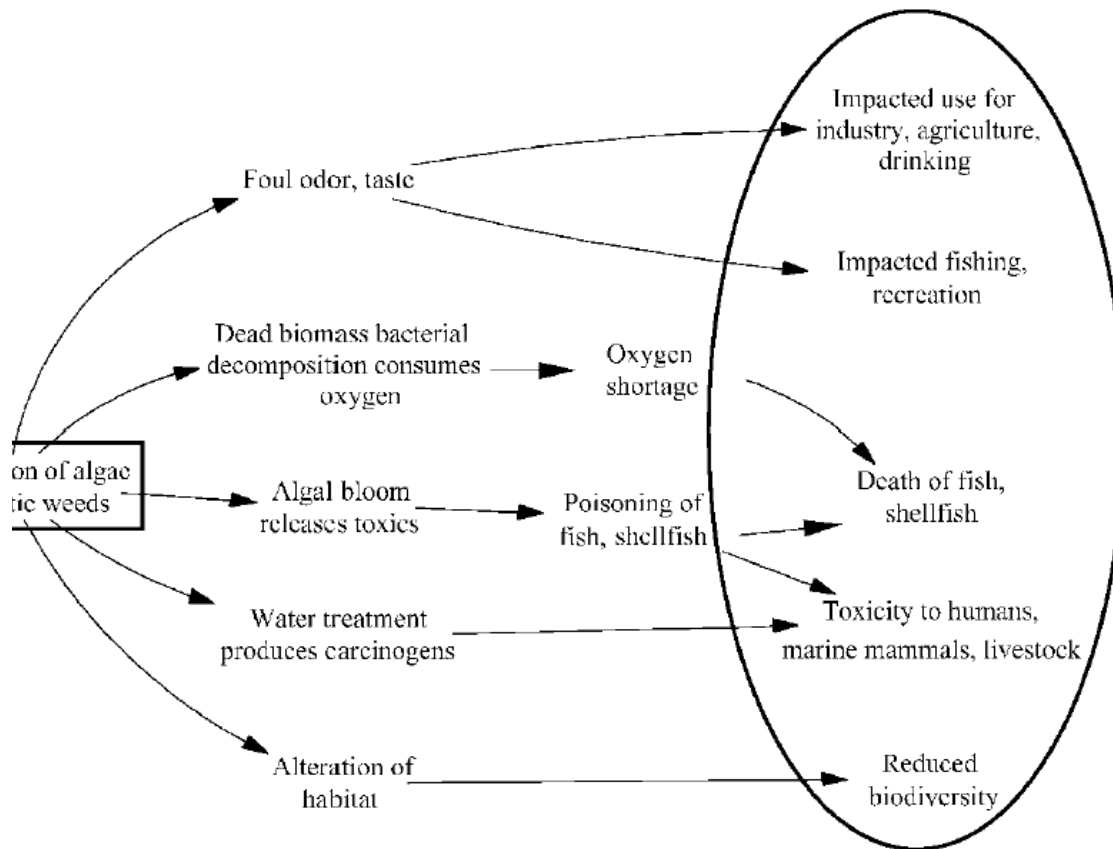
# Proceso de formación de smog





## Eutrofización

- La eutrofización es el resultado de un suministro excesivo de nutrientes que induce el crecimiento de las plantas, especialmente las algas.
- El crecimiento de las plantas requiere nitrógeno, carbono y fósforo. El fósforo es generalmente el elemento limitante.
- La eutrofización puede tener lugar tanto en ambientes marinos como continentales.



Impacts of eutrophication. The rectangle indicates the midpoint and the oval

## Eutrofización - proceso

## Eutrofización - efectos

35

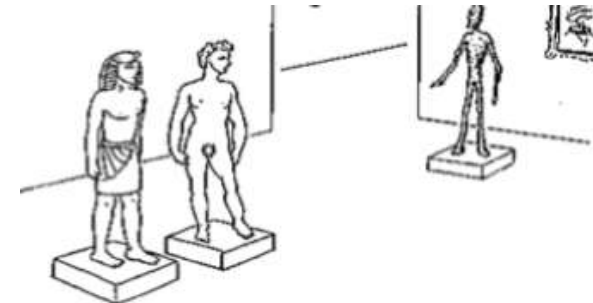
Los principales efectos de la eutrofización son la reducción de la biodiversidad y la disminución de la calidad del agua como recurso

Otros efectos

- aumento en la biomasa de algas;
- Incremento en la biomasa del zooplancton gelatinoso;
- Degradación de las cualidades organolépticas del agua (apariencia, color, olor, sabor);
- Desarrollo de fitoplancton tóxico, cianobacterias o algas azules;
- Disminución de la concentración de O<sub>2</sub> disuelto;
- Disminución del rendimiento de la pesca;
- Muerte de los organismos superiores (insectos, crustáceos, moluscos, peces, etc.).

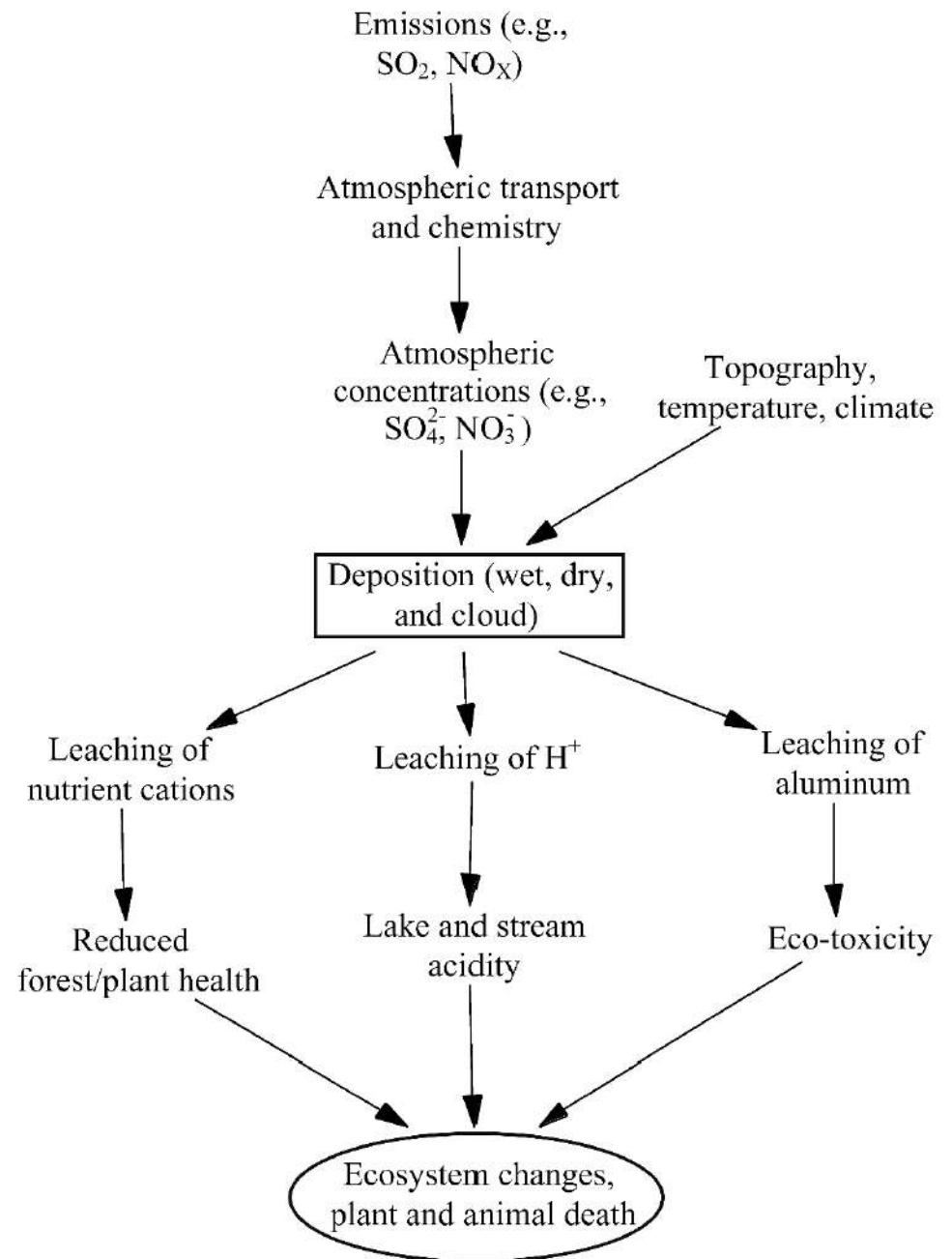
## Acidificación

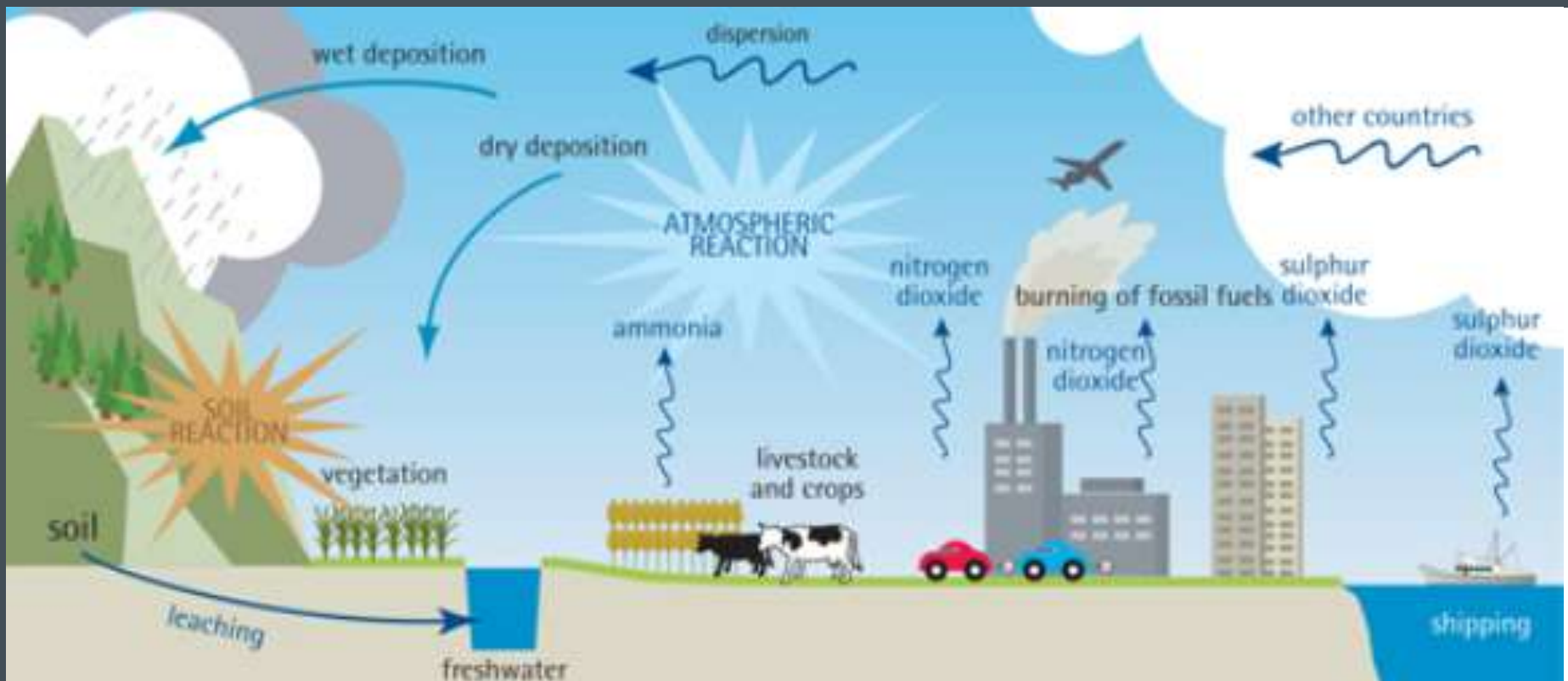
- La contaminación ácida (o lluvia ácida) está relacionada con los contaminantes ácidos ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{HF}$ ) emitidos por actividades humanas que se encuentran parcialmente en las proximidades de las fuentes, pero también a cientos o incluso miles de kilómetros de sus fuentes emisoras.
- Estos contaminantes caen en forma de deposición seca o húmeda.
- La contaminación ácida a gran escala ha sido demostrada por lagos acidificados y bosques dañados.
- Algunas lluvias tienen un pH entre 3 y 4.



"Poor thing. He got left out in the acid rain."

# Acidificación - proceso





# Acidificación

---

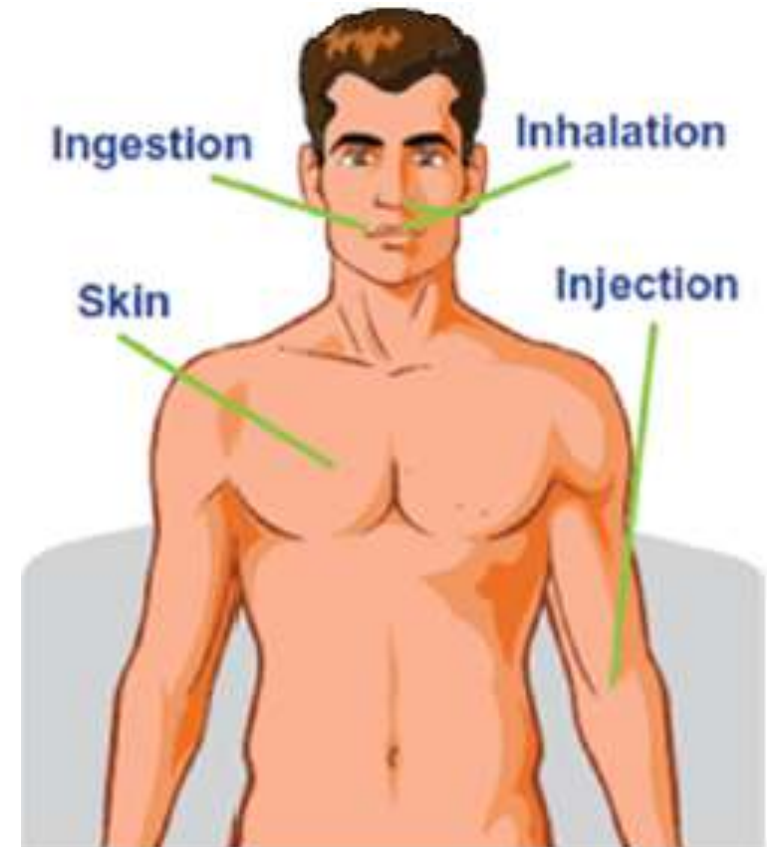
# Toxicidad

Efectos en la salud humana individual que pueden conducir a enfermedad o muerte

- Se divide entre carcinogénico y no cancerígeno
- Puede causar o agravar las condiciones de salud existentes
- Solo considera impactos directos, indirectos en otras categorías de impacto

Impactos a gran escala, no instalaciones específicas (ocupacionales)

También se llama potencial de cáncer de salud humana (HHCP) y potencial no cancerígeno para la salud humana (HHNCP)



# Ecotoxicidad

---

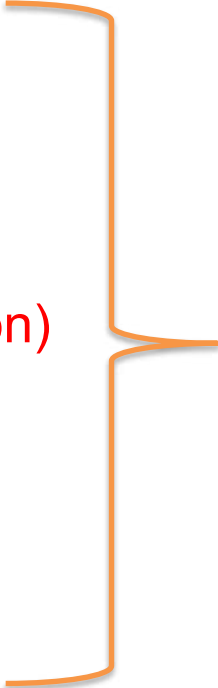
- Impactos en ecosistemas completos que pueden disminuir la producción y / o disminuir la biodiversidad
  - Más centrado en impactos de todo el sistema que impactos individuales
  - Algunas veces dividido entre acuático (agua) y terrestre (suelo)
  - Principalmente forzado por las emisiones de metales y químicos orgánicos
- 





## Impactos ambientales

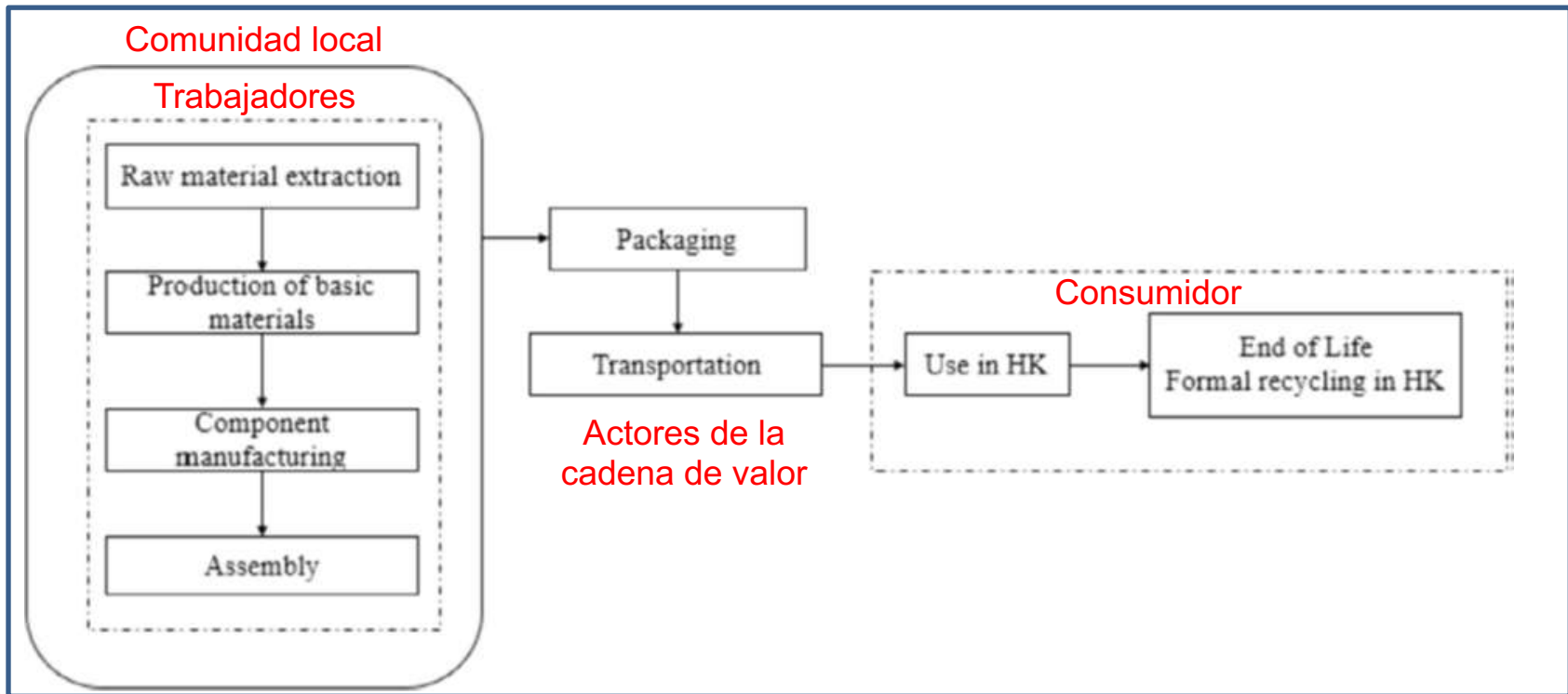
- Cambio climático
- Agotamiento de la capa de ozono
- Ozono fotoquímico o smog
- Eutrofización acuática (o nutrificación)
- Acidificación
- Toxicidad y eco-toxicidad
- Agotamiento de recursos
- Uso de tierra



Impactos principales  
utilizados para la  
evaluación ambiental  
de productos

# Impactos sociales

## Actores del sistema



# Trabajadores

---

## *Libertad de asociación*

- El derecho a organizarse y formar organizaciones de empleadores y de trabajadores, requisito previo para la negociación colectiva y el diálogo social.
  - Sin embargo, se les niega el derecho de asociación a ciertas categorías de trabajadores (por ejemplo, funcionarios públicos, gente de mar, trabajadores de zonas francas industriales).
  - Los sindicalistas son arrestados o asesinados.
- 



# Trabajadores

## *Discriminación*

La discriminación en el empleo y la ocupación es un fenómeno universal y en constante evolución.

Millones de mujeres y hombres de todo el mundo no tienen acceso a empleos ni capacitación, reciben salarios bajos o están restringidos a determinadas ocupaciones por su sexo, color de piel, grupo étnico o creencias, independientemente de sus capacidades y habilidades.



## Trabajadores

### Otras condiciones de trabajo justo

- El trabajo infantil es una violación de los derechos humanos fundamentales y se ha demostrado que obstaculiza el desarrollo de los niños, lo que puede conducir a un daño físico o psicológico de por vida.
- La educación y la capacitación son la clave para que las personas puedan encontrar trabajo, lo que les permite acceder al trabajo decente y escapar de la pobreza.
- La terminación del empleo debe busca encontrar un equilibrio entre mantener el derecho del empleador de despedir a los trabajadores por razones válidas y garantizar que dichos despidos sean justos y se utilicen como último recurso.



## Comunidad local

### *Condiciones de vida seguras*

- Problemas relacionados con el vecindario, molestias (ruido, olores, camiones pesados, etc.)
- Problemas relacionados con el suministro y acceso a los recursos naturales de calidad (agua, aire limpio, alimentos etc.)
- Minimización de la toxicidad y ecotoxicidad



## Comunidad local

### *Protección de la herencia cultural*

- El patrimonio cultural está constituido por todos los bienes materiales, las manifestaciones inmateriales, los productos y las representaciones de la cultura.
- Reconocer que las actividades de protección del patrimonio cultural requieren unos procesos básicos de planeación entre empresas y comunidades que garanticen su sostenibilidad en el tiempo

## Comunidad local

Otras condiciones justas para la comunidad local:

- Acceso a recursos inmateriales: Acceso al mercado laboral, acceso a entrenamiento, acceso a los servicios comunitarios, acceso a su ciudadanía.
- Acceso a recursos materiales: Acceso a equipamiento (tecnológico, infraestructura y de seguridad)
- Empleo local: Preferencia por trabajadores locales, prácticas y políticas de apoyo al comercio local.





**Consumidor**

Transparencia

**Consumidor**



**Privacidad**

## Consumidor

Otros tipos de impacto en el consumidor:

- Mecanismos de realimentación: Tener canales y espacios para la atención a los clientes con los problemas relacionados con el producto.
- Salud y seguridad: Ofrecer productos y servicios que aseguren la salud y el bienestar para los clientes finales del producto (e.g. ausencia de plomo), así como minimizar posibles riesgos asociados.
- Responsabilidad en el fin del ciclo de vida: Tomar la responsabilidad por la disposición final del producto para minimizar el impacto del producto (e.g. cápsulas de máquinas de café)

## **Actores de la cadena de valor**

Algunos posibles impactos son:

1. Relación con los proveedores
2. Promoción de la responsabilidad social
3. Competencia justa

# Sociedad

53

Posibles impactos asociados son:

1. Compromiso público con los problemas de la sostenibilidad: trabajo en las problemáticas del desarrollo sostenible, políticas relacionadas con las 3R.
2. Contribución al desarrollo económico: Creación de trabajo, inversión en investigación y desarrollo, creación de valor.
3. Prevención y mitigación de conflictos
4. Desarrollo tecnológico.



**Hacia dónde  
vamos...**

- “It is no measure of health to be well adjusted to a profoundly sick society.” [Krishnamurti]