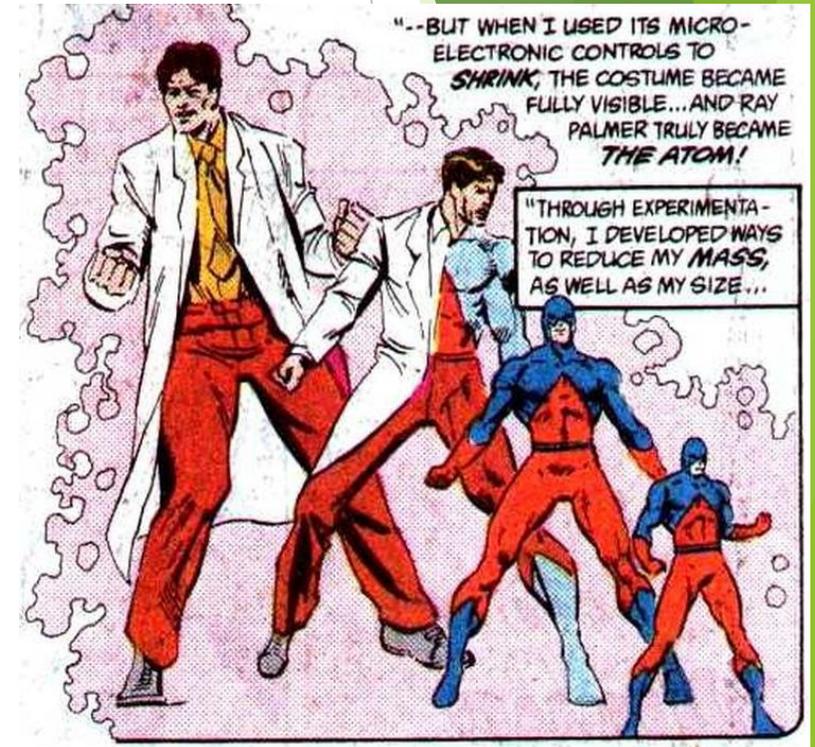


Huella de carbono y estrategias de reducción

Dr. Vicente Vert
Construcción y Energías Renovables
AIMPLAS

OBJETIVOS





¿Cambio climático?



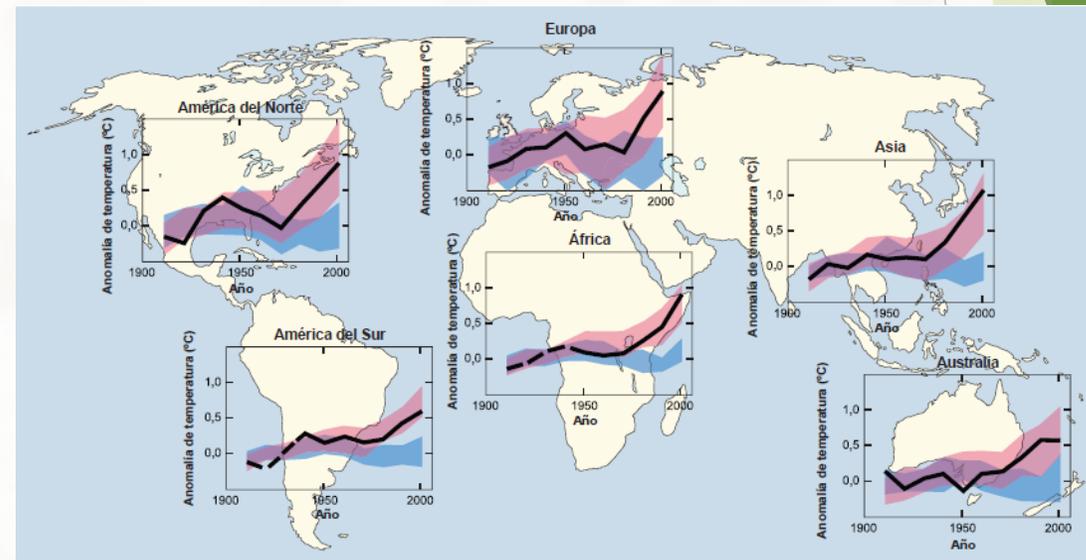
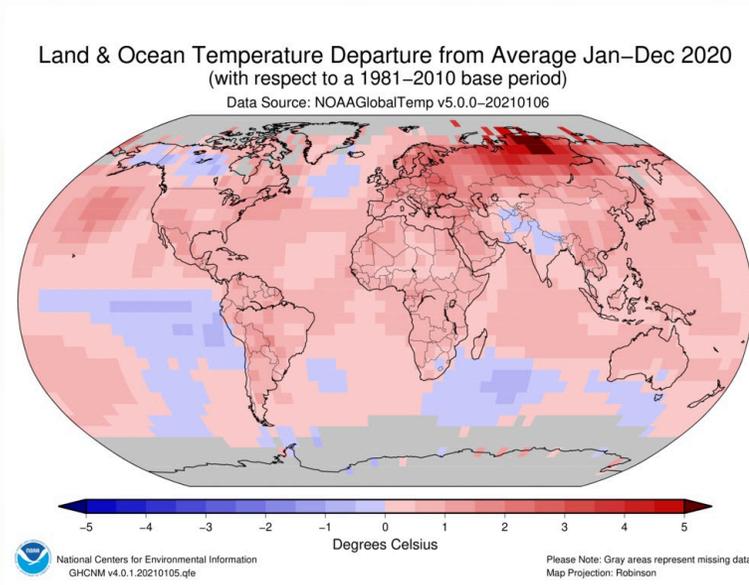
- Variación del clima de la Tierra
- Diversas escalas de tiempo
- Afecta a todos los parámetros meteorológicos





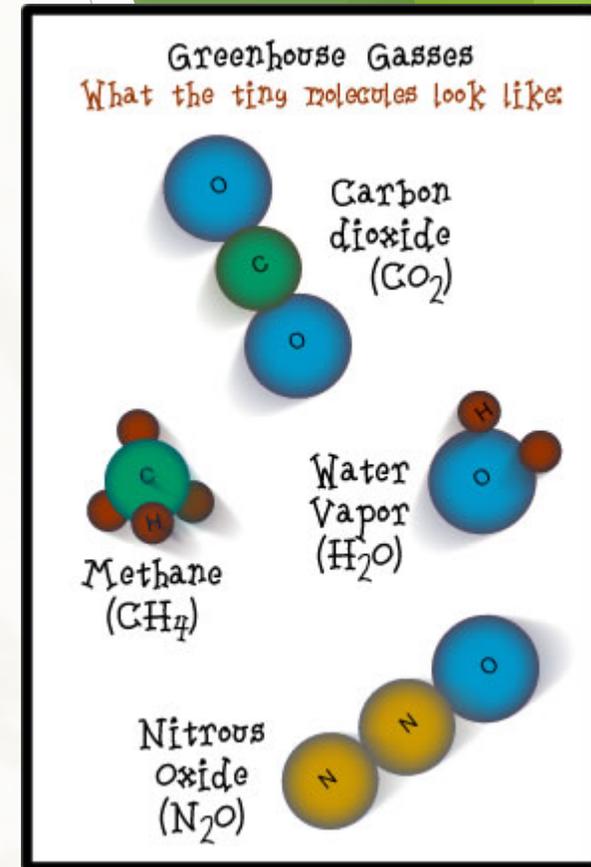
Calentamiento global acelerado

Aumento de la temperatura media de la Tierra (en un periodo corto)



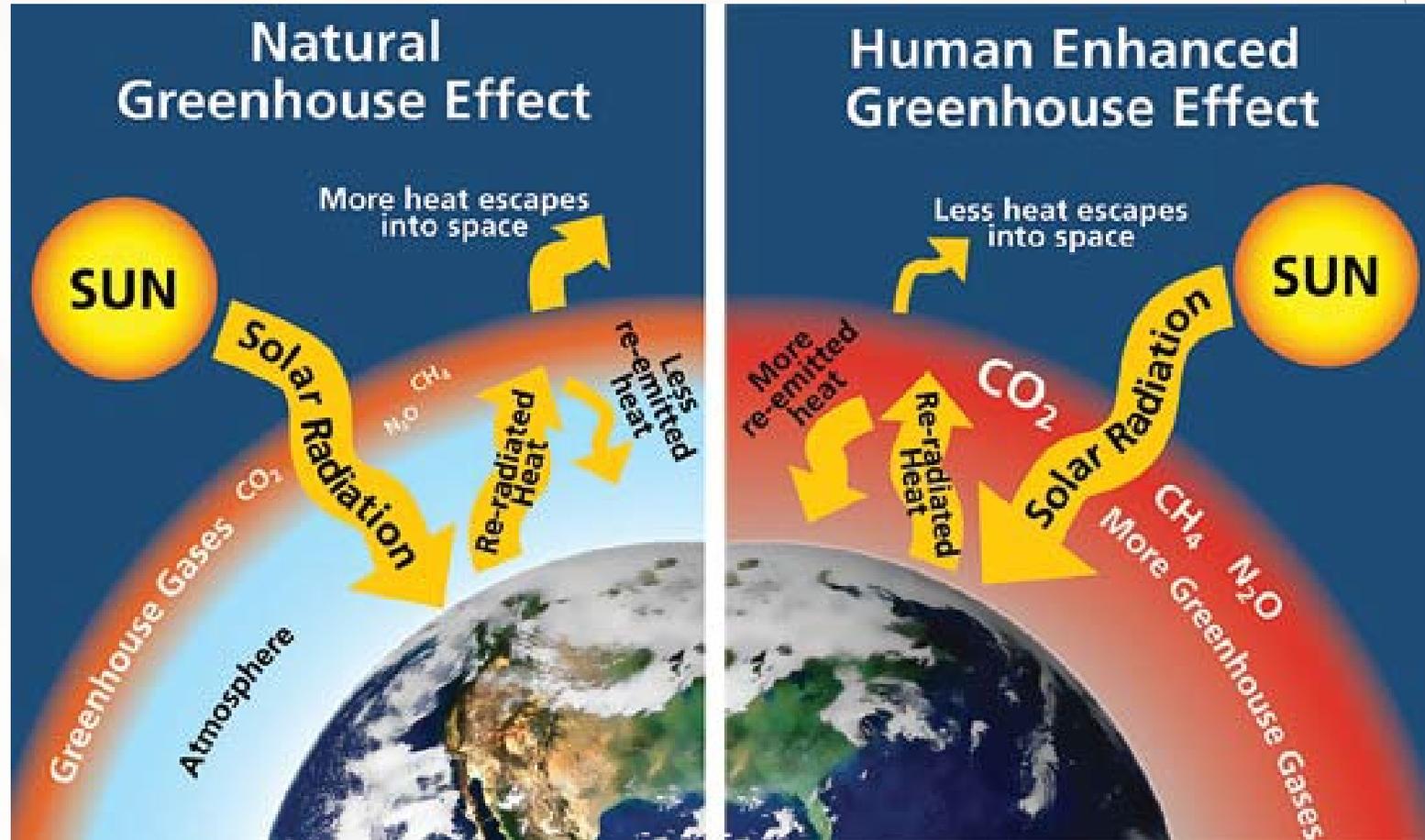
Aumento de la temperatura media de la Tierra (periodo corto)

- Debido a los gases de efecto invernadero (GEI)
 - Naturales
 - volcanes, biológicos...
 - Antropogénicos
 - deforestación, quema, agricultura...

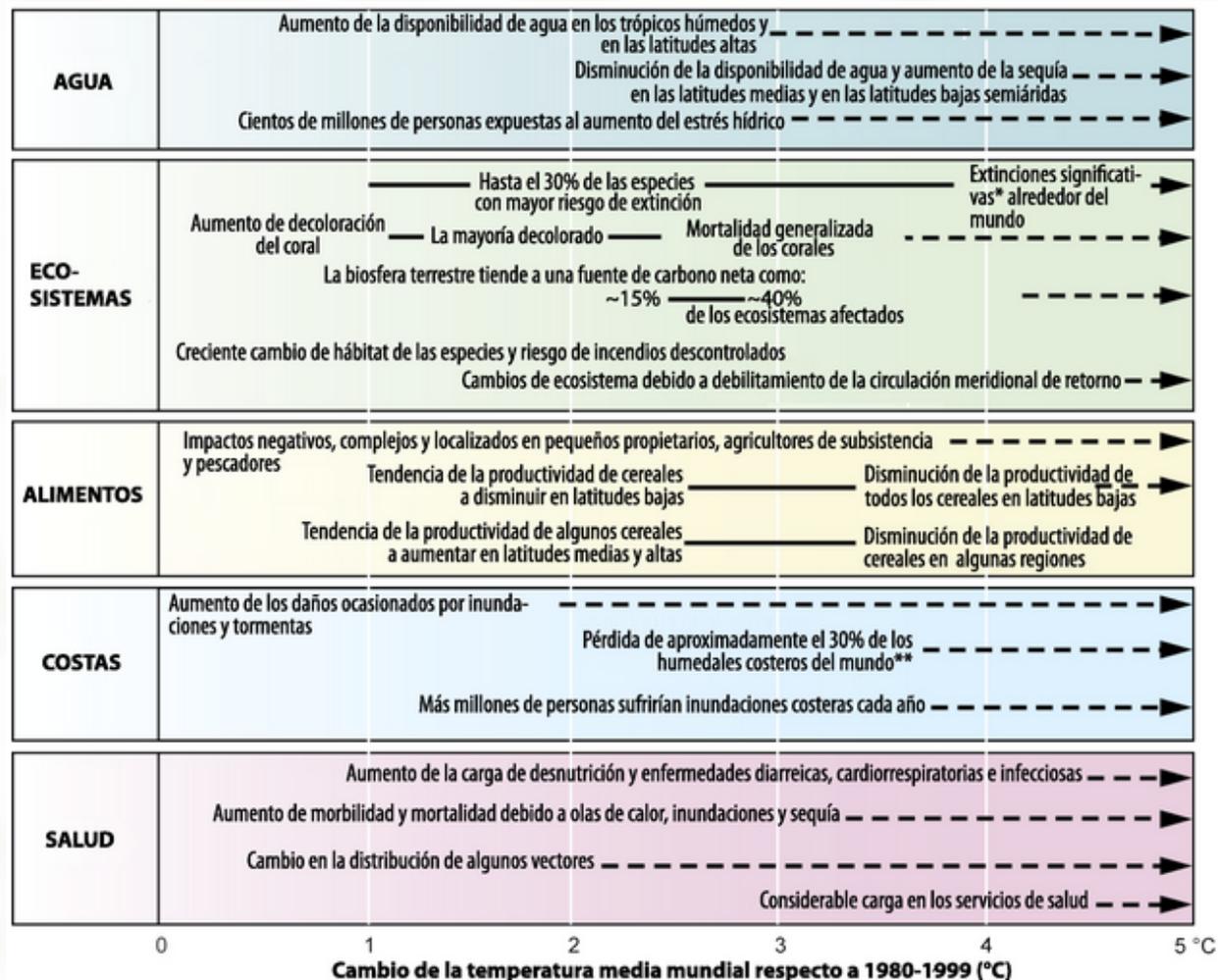


(algunos) Gases de efecto invernadero

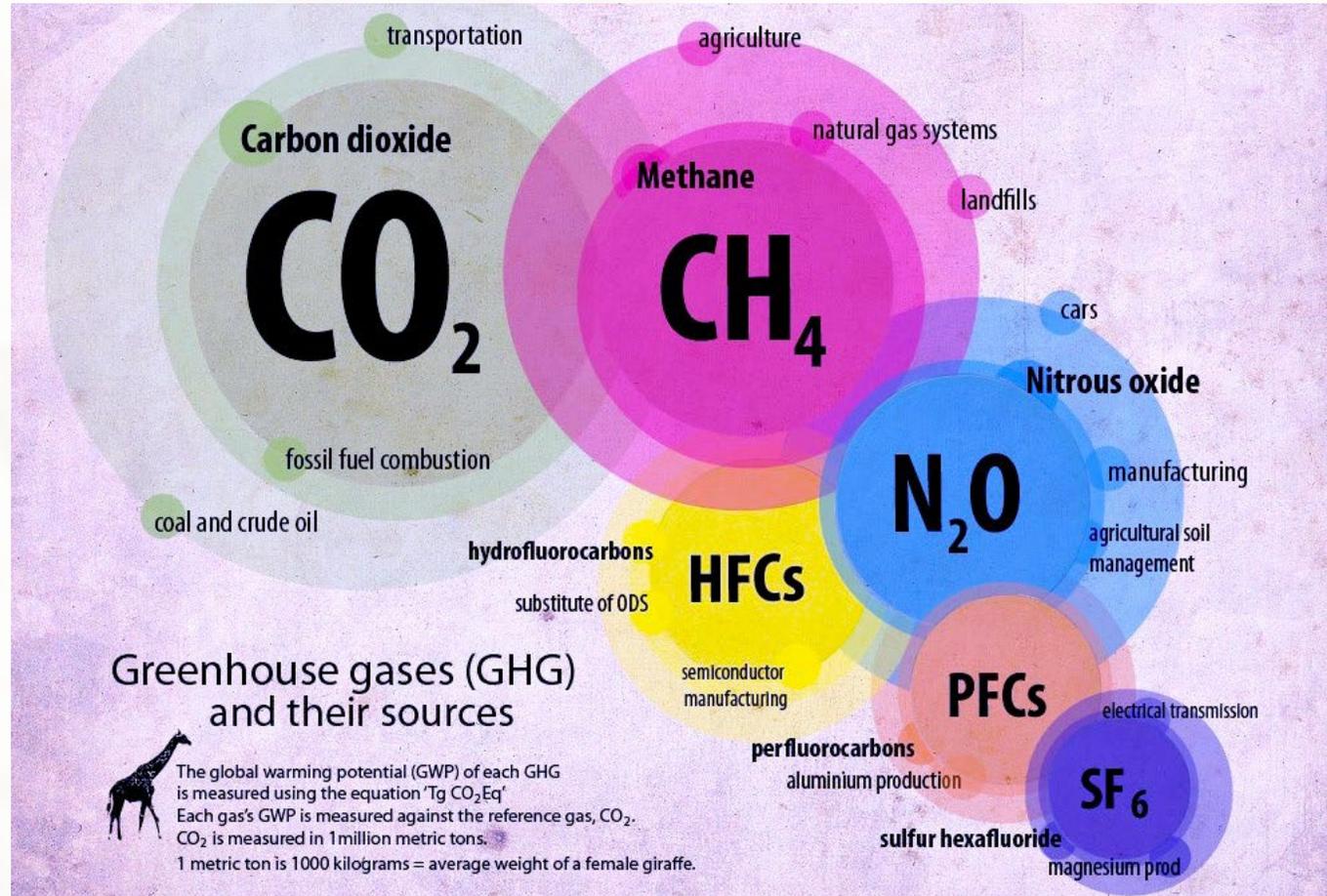
GEI	Concentración pre-industrial (1750)	Concentración post-industrial (2016)	Permanencia en la atmósfera
CO ₂	280 ppm	399.5 ppm	5-200 años
CH ₄	700 ppmm	1,834 ppmm	12 años
N ₂ O	270 ppmm	328 ppmm	114 años
CFC-11	0	232 ppb	45 años
HFC-134a	0	84 ppb	13 años

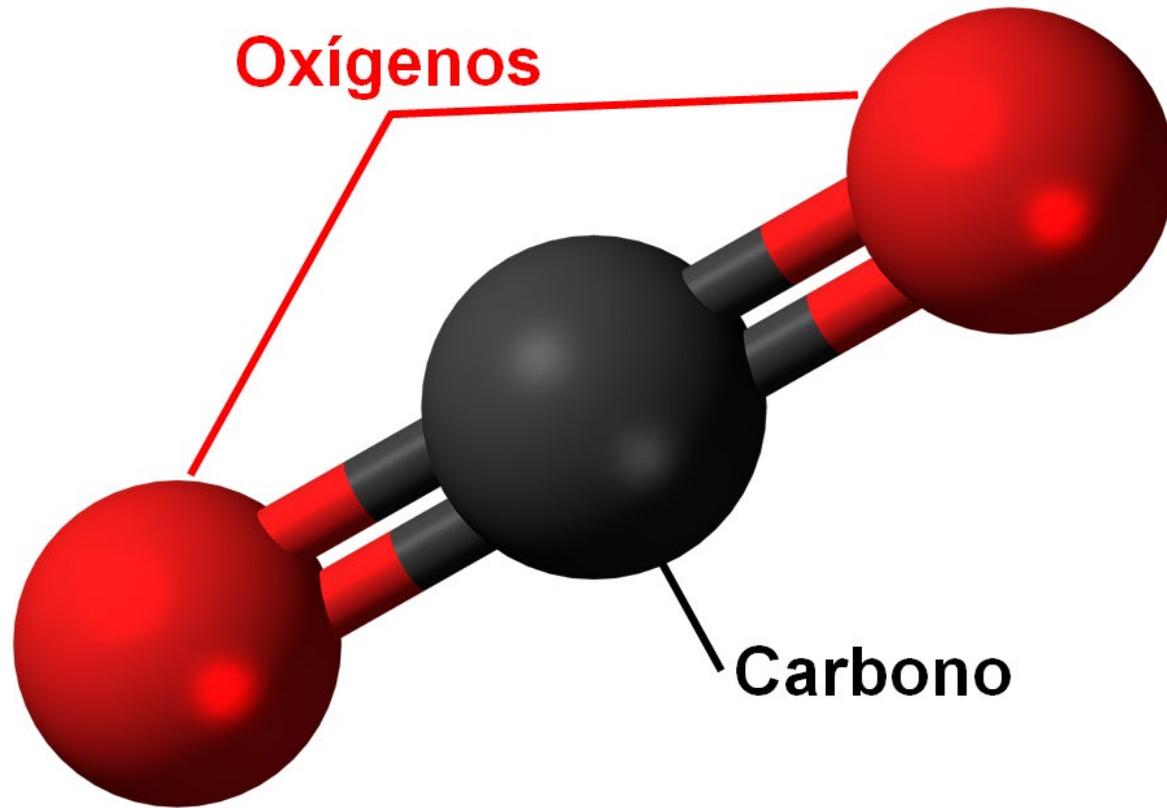


Efectos del aumento de la temperatura

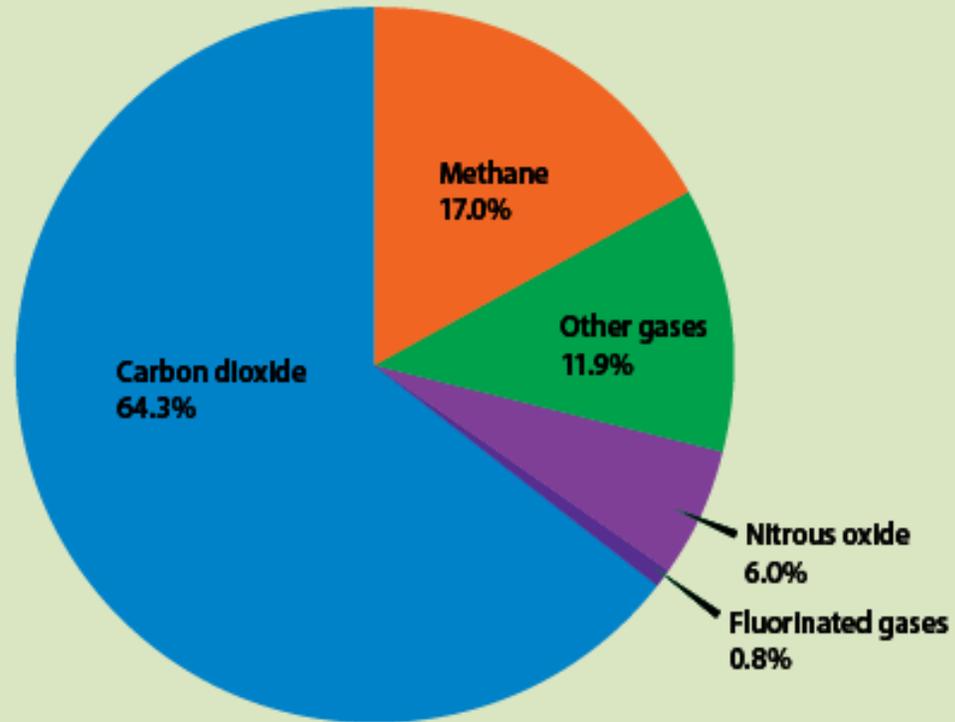


Gases Efecto Invernadero (GEI)





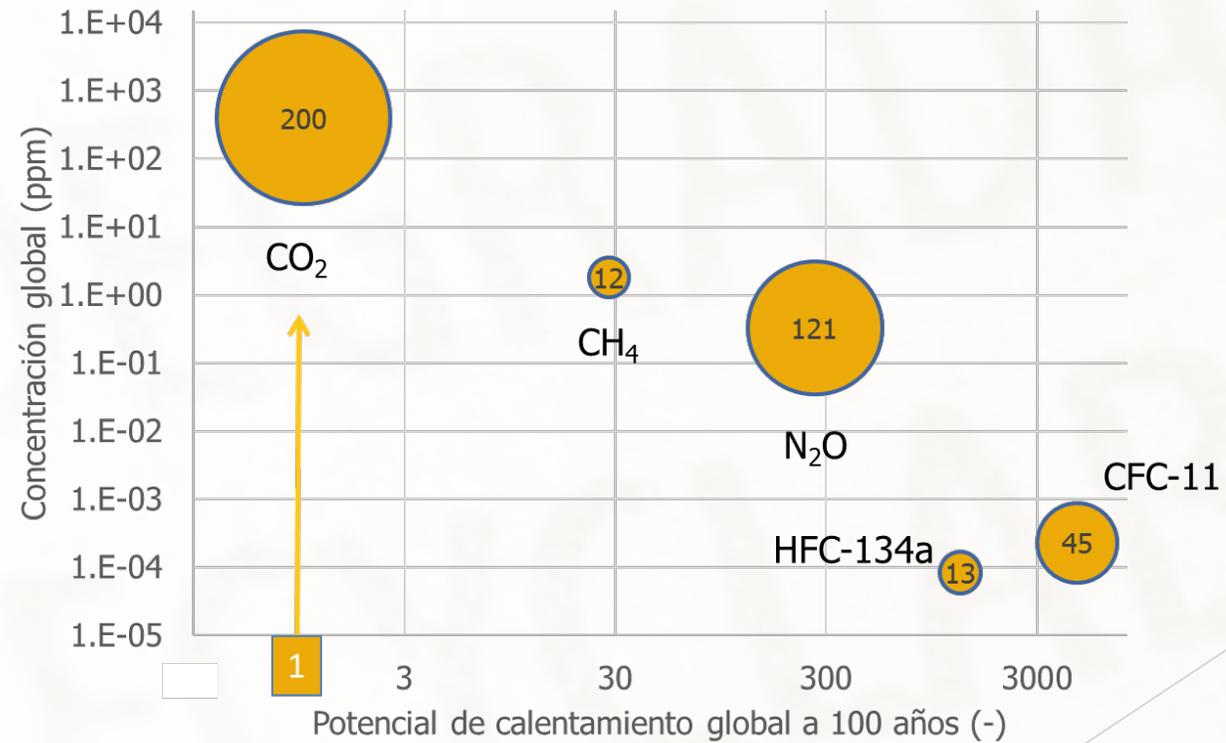
Major Greenhouse Gases from People's Activities



Comparativa de los impactos de los GEI

Potencial de Calentamiento Global (PCG - GWP)

Basado en valores de IPCC (AR5, 2014) → convierte cualquier GEI en CO₂ EQUIVALENTE



$$\text{kg CO}_2 \text{ eq} = \text{kg GEI} \times \text{PCG}$$

GEI	PCG 100 años (kg CO ₂ eq / kg GEI)
CO ₂	1
CH ₄	28
N ₂ O	265
CFC-11	4,660
HFC-134a	1,300

GEI	EMISIONES (kg)	CO ₂ eq (100 años)
CO ₂	1	1
CH ₄	1	28
N ₂ O	1	265
CFC-11	1	4,660
HFC-134a	1	1,300

TOTAL = 6,253 kg CO₂
eq

#CO₂eq emissions

Valor acumulado de la totalidad de gases de efecto invernadero (GEI) emitidos por efecto directo o indirecto de un individuo, organización, evento o producto a lo largo de su ciclo de vida, medidos como CO₂ equivalente



Tipos de Huella de Carbono



Estándares para producto

GHG Protocol Product

PAS 2050

BPX 30-323

ISO 14067

Estándares para organización

GHG Protocol Corporate

Bilan Carbone

ISO 14064 y 14069

Huella de carbono de PRODUCTO



Análisis de Ciclo de Vida (ACV)

evalúa los impactos [ambientales] potenciales a lo largo de todo el ciclo de vida del producto, proceso o actividad (de la cuna a la tumba)







Según ISO 14040 e ISO 14044

Steps of an LCA

How to assess the environmental impact?

STEPS OF AN LCA





Objetivos y alcance

Motivos para realizar el estudio

Comparación, etapas críticas, (eco)diseño

Uso de resultados (interno, marketing)

Destinatarios del estudio

Límites del sistema

Función del sistema y unidad funcional

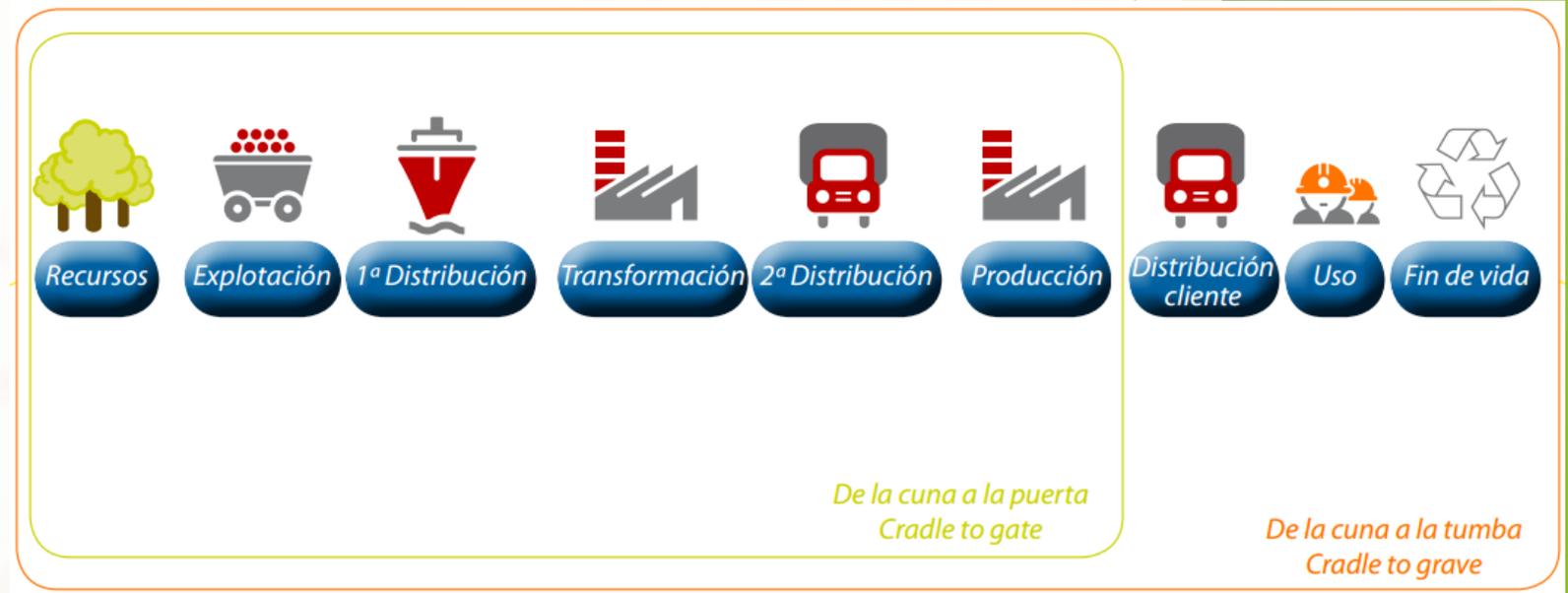
Requisitos de datos

Limitaciones del estudio



Límites del sistema

Hasta dónde analizo



El fin de vida es complejo de cuantificar



Unidad Funcional (Unidad declarada)

Para qué se usa el proceso/producto analizado



¿cuántos necesito?

¿Por bote? ¿Por masa? ¿Por litros?
→ m² cubiertos (m²/kg-litro/capa)

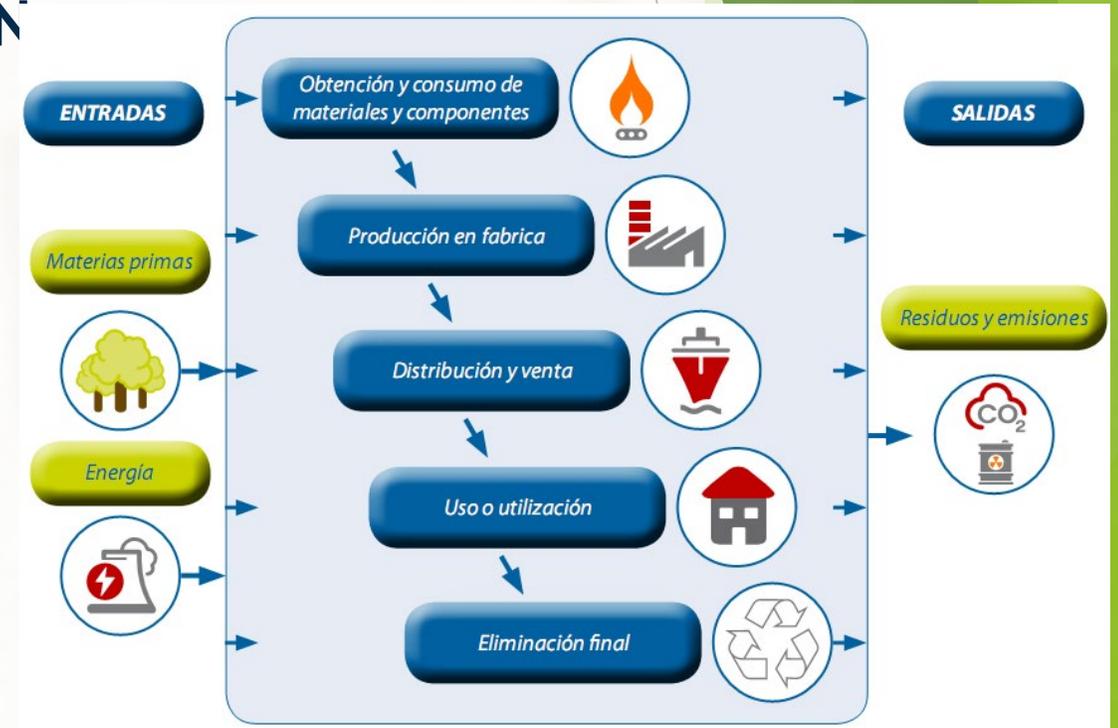


Análisis de inventario

Recopilación de datos para crear un inventario del ciclo de vida (ICV), cuantificando las entradas y salidas para cada etapa del sistema



CUANTIFICACIÓN



kg, m³, kWh(MJ), %



Evaluación de impacto

Conversión de los datos del ICV en sus impactos ambientales potenciales

SOFTWARE y BASES DE DATOS

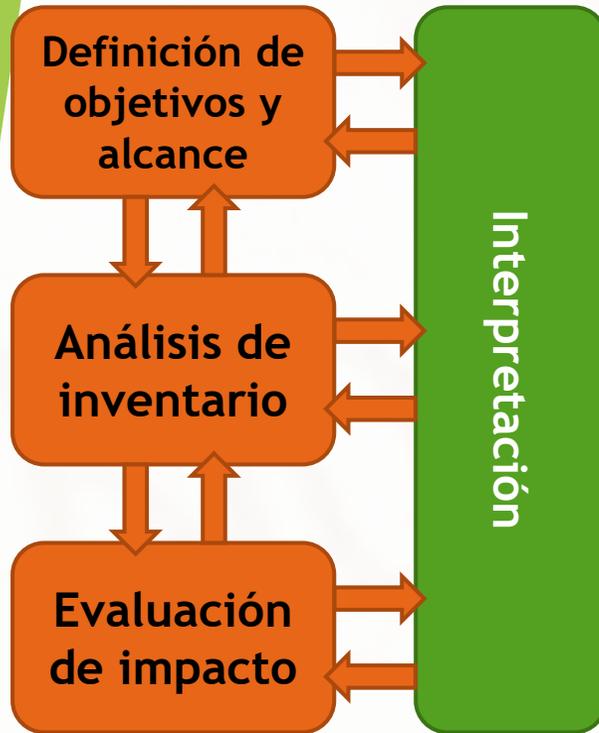
Selección y clasificación de categorías de impacto

Caracterización de impactos para cada categoría

Normalización de impactos a la misma escala de referencia

Agrupación de impactos en base a elementos comunes

Ponderación de impactos según su importancia

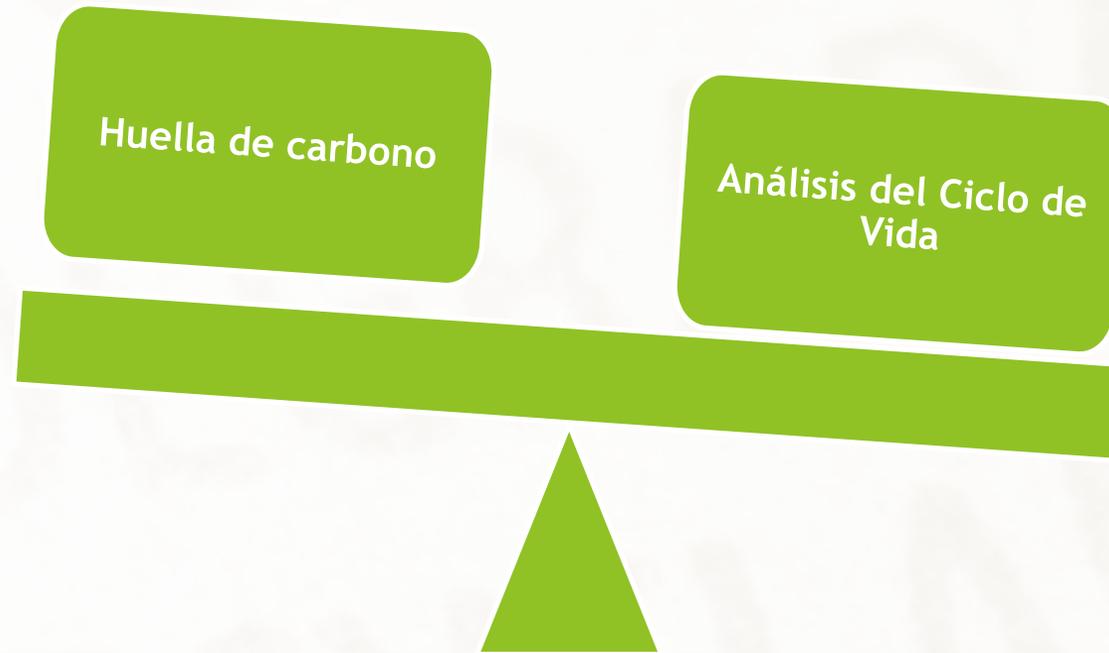


Interpretación

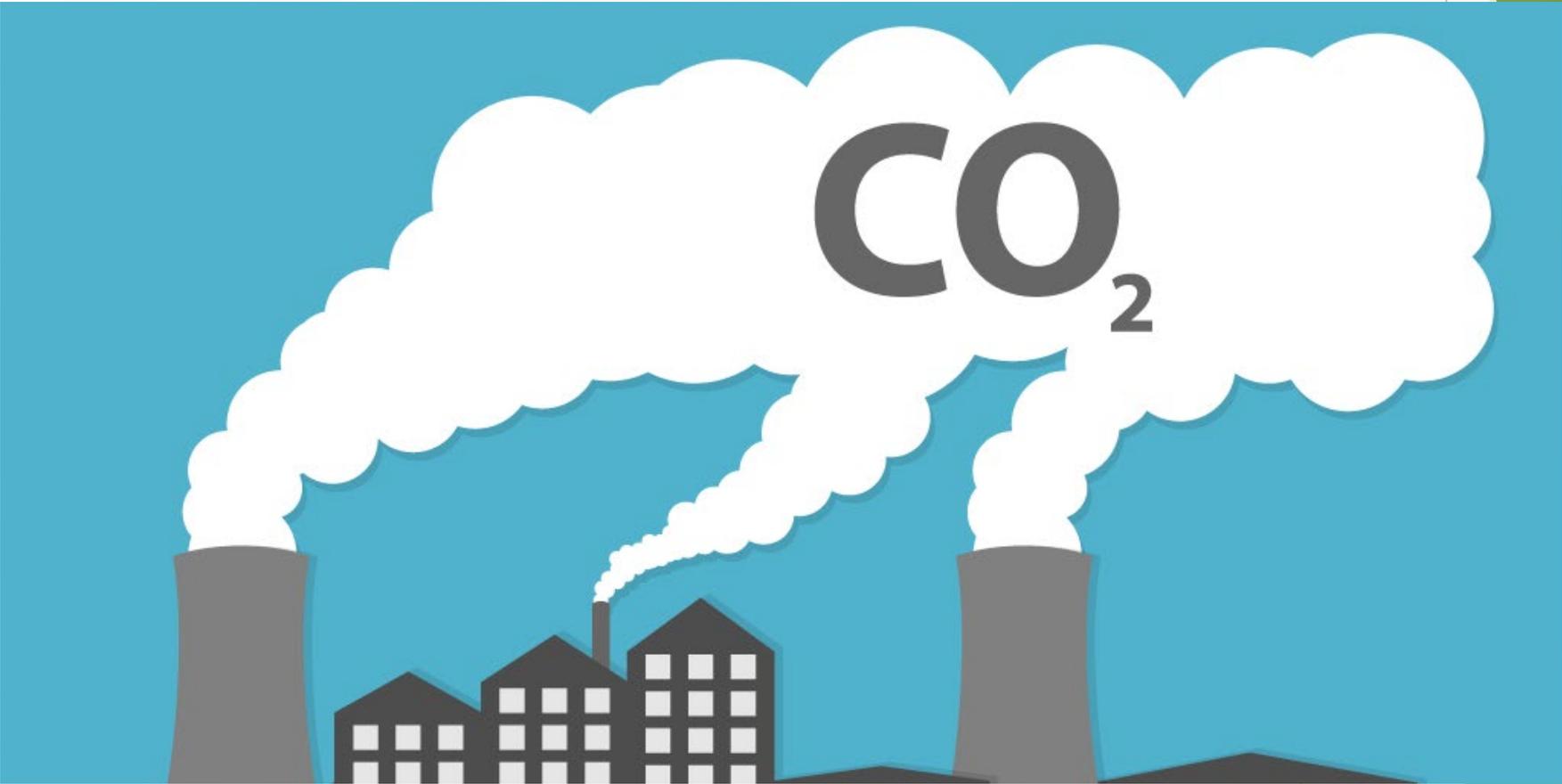
Combinación y síntesis de los resultados del análisis de inventario y de la evaluación de impacto para obtener conclusiones y recomendaciones



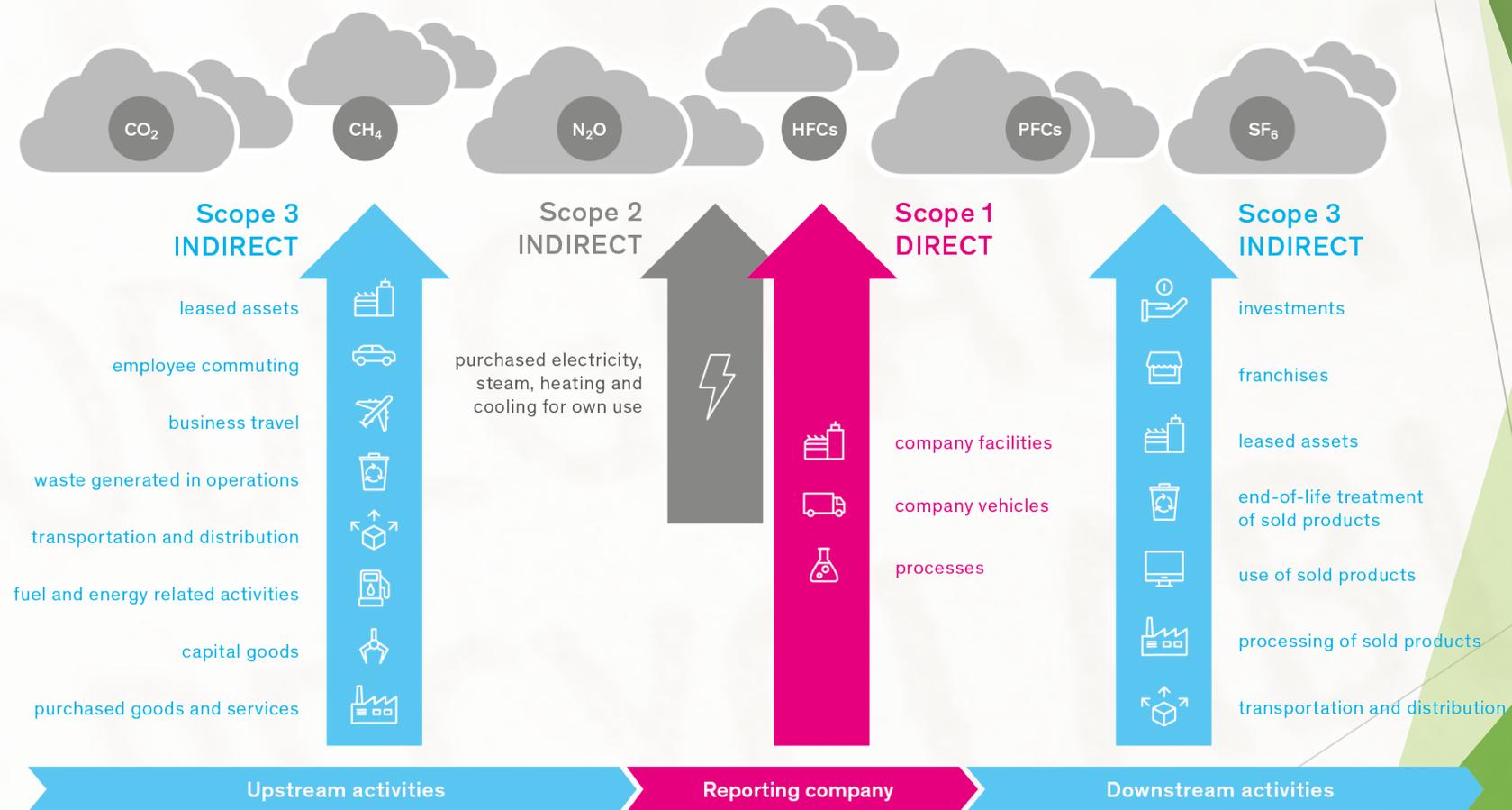
La huella de carbono solo considera el calentamiento global como impacto ambiental



Los COVs, por ejemplo, no computan para la HC



Huella de carbono CORPORATIVA – Alcances/emisiones



Identificar las fuentes de emisiones de GEI

Identificar las fuentes de emisiones directas e indirectas en cada una de las siguientes categorías de fuentes de emisión:

Combustión fija

- Quema de combustibles en equipos estacionarios o fijos
- Calderas, hornos, quemadores, turbinas, incineradoras, motores, etc.

Combustión móvil

- Quema de combustibles en medios de transporte
- Coches, furgonetas, camiones, trenes, aviones, embarcaciones, etc.

Emisiones de proceso

- Emisiones de procesos físicos o químicos
- Ejemplo: CO₂ de la etapa de calcinación en la fabricación de cemento

Emisiones fugitivas

- Emisiones debidas a fugas en uniones, sellos o juntas de equipos
- Emisiones fugitivas en determinados procesos

Identificación y cálculo de las emisiones

Identificar las fuentes de emisiones de GEI

Ejemplo: fuentes de emisión para el sector de los productos químicos

Fuente de emisión	Alcance 1	Alcance 2	Alcance 3
Combustión fija	Calderas, quemadores, hornos de reducción, reactores de llama, regeneradores de vapor	Consumo de electricidad, calor o vapor adquiridos	Producción de materiales adquiridos, incineración de residuos
Combustión móvil	Transporte de MMPP, productos y residuos		Transporte de MMPP, productos y residuos; viajes de negocios; traslado de empleados al trabajo
Emisiones de proceso	Oxidación y reducción de sustratos, eliminación de impurezas, subproductos del N ₂ O, cracking catalítico, emisiones específicas de cada proceso		Producción de materiales adquiridos
Emisiones fugitivas	Uso de HFC, fugas en tanques de almacenamiento		³⁷ CH ₄ y CO ₂ de vertederos y conductos

Recolectar datos sobre las actividades y elegir factores de emisión

Los factores de emisión específicos de la fuente o instalación son preferibles a factores de emisión genéricos

Alcance 1

- Cantidades adquiridas de combustibles (gas natural, diesel, gasolina, etc.)
- Factores de emisión publicados por los proveedores de combustibles

Alcance 2

- Consumo medido de electricidad
- Factores de emisión publicados por los proveedores de electricidad o por la red eléctrica local

Alcance 3

- Datos de actividad de la empresa (uso de materias primas y auxiliares, kilómetros recorridos por los empleados, etc.)
- Factores de emisión publicados o de terceras partes

Seleccionar un método de cálculo de emisiones de GEI

Factores de emisión
genéricos

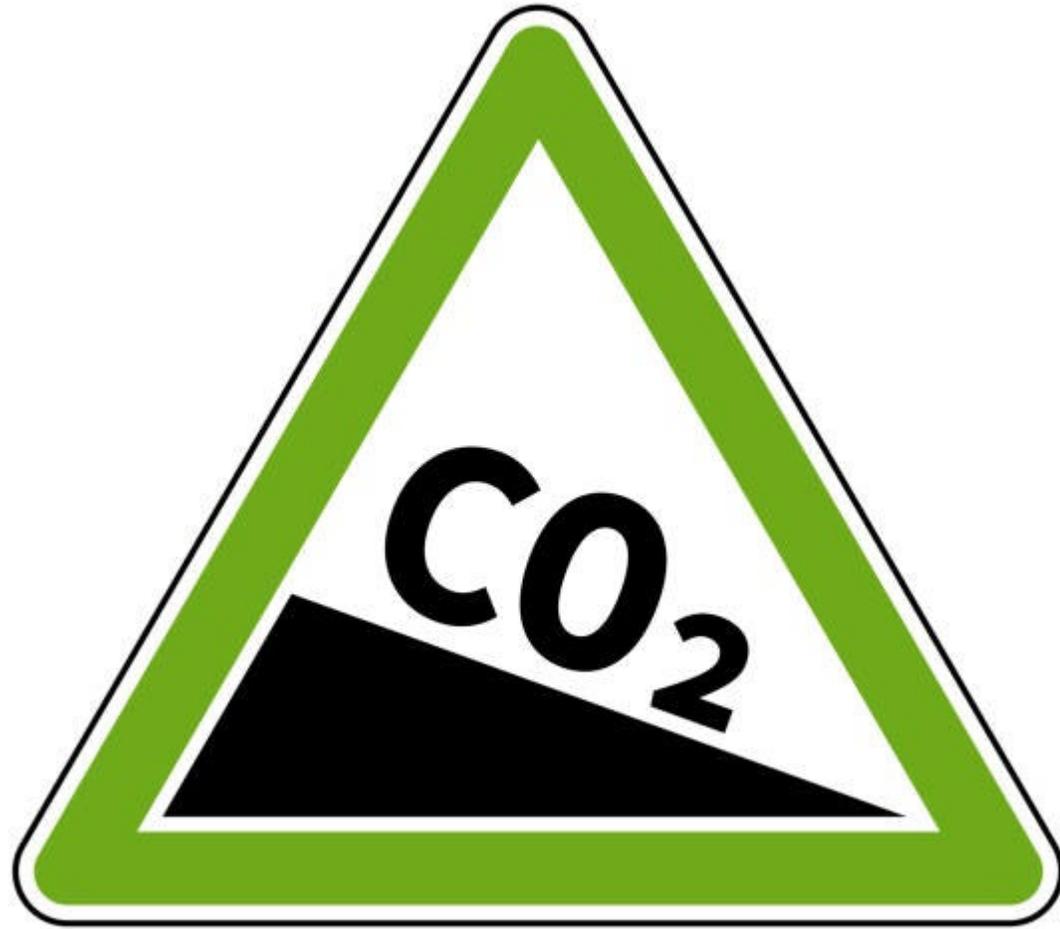
	Fuente de emisión	Factor de emisión
Combustión fija	Gas natural	2.16 kg CO ₂ eq/Nm ³
	Gasóleo C	2.79 kg CO ₂ eq/l
Transporte	Avión	Específico según trayecto
	Tren	0.02398 kg CO ₂ eq/pkm
	Metro	0.05618 kg CO ₂ eq/pkm
	Autobús	0.05517 kg CO ₂ eq/pkm
	Moto	0.11060 kg CO ₂ eq/pkm
	Turismo, gasolina	2.19132 kg CO ₂ eq/l
Electricidad	Turismo, diesel	2.41893 kg CO ₂ eq/l
	Mix eléctrico español	0.33 kg CO ₂ eq/kWh
Residuos (transporte y tratamiento)	Vidrio	0.03693 kg CO ₂ eq/kg
	Envases	0.12651 kg CO ₂ eq/kg
	Madera	1.02897 kg CO ₂ eq/kg
	Papel y cartón	0.06284 kg CO ₂ eq/kg
	Residuos sólidos urbanos (RSU)	60 g CO ₂ eq/tkm (transporte)
	Escombros	0.015749 kg CO ₂ eq/kg (tratamiento)

Calcular las emisiones de GEI

Multiplicar los datos de actividad por factores de emisión



Sumar los resultados obtenidos para las distintas actividades de la empresa para
Calcular la huella de carbono corporativa resultante de todas las actividades



Reducción

Consumo de electricidad

- Tecnologías con mayor eficiencia energética
- Energías renovables
- Aislamiento térmico adecuado
- Evitar consumos innecesarios
- Aparatos de bajo consumo

Consumo de combustibles fósiles

- Tecnologías de combustión más eficientes
- Combustibles menos contaminantes
- Aislamiento térmico adecuado
- Evitar consumos innecesarios
- Optimizar la logística del transporte
- Vehículos menos contaminantes
- Formación en conducción eficiente

Reducción

Adquisición de MMPP, productos y servicios

- Productos y servicios bajos en carbono
- Sistemas de etiquetado ecológico
- Proveedores con SGA certificado

Generación y gestión de residuos

- Minimizar la generación de residuos
- Gestión eficiente de materiales
- Reducción de consumos innecesarios
- Reutilizar y reciclar (separación en origen)

Consumo de agua

- Uso responsable del agua
- Revisiones periódicas de grifos y tuberías

CASO PRÁCTICO



Bolsa camiseta impresa

490 x 630 mm - 20.5 g - 21 L

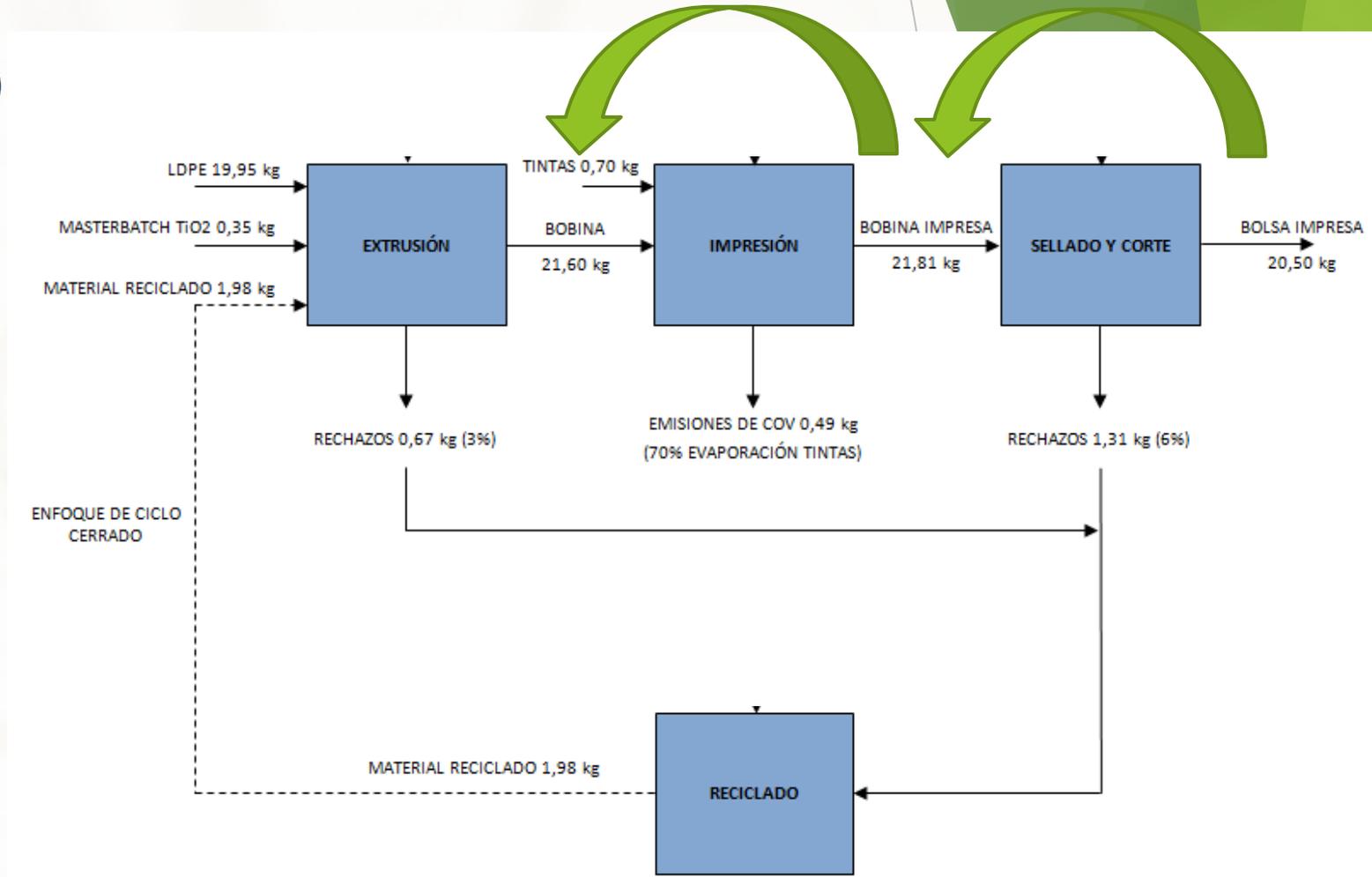


Más información (proceso)

- Composición: 97.3% LDPE + 1.7% Masterbatch blanco (TiO_2) + 1% Tinta seca
- Extrusión del film (LDPE + TiO_2) → rechazos del 3%
- Impresión bobinas → evaporación del 70% de solventes de la tinta
- Sellado y corte film impreso → rechazo del 6% (sin tinta)
- Reciclado interno → rendimiento 100%
- Envasado manual en cajas de 300 g de cartón de 1,000 bolsas
- Fin de vida: ¿?

Mapa del ciclo de vida

- Fabricación (balance de masa)
 - 20.5 g
 - 97.3% LDPE = 19.95 g
 - 1.7% TiO₂ = 0.35 g
 - 1% tinta = 0.205 g
 - 30% seco → 0.70 g



Mapa del ciclo de vida

- Transporte → en camión a 500 km
- Uso → (no genera impactos)
- Fin de vida → difícil de evaluar (escenario simulado)
 - Reciclado 7%
 - Incineración 41%
 - Vertedero 52%

Unidad funcional

- ¿1 bolsa?
 - ¿1 kg de bolsa?
 - ¿Para qué sirve la bolsa?

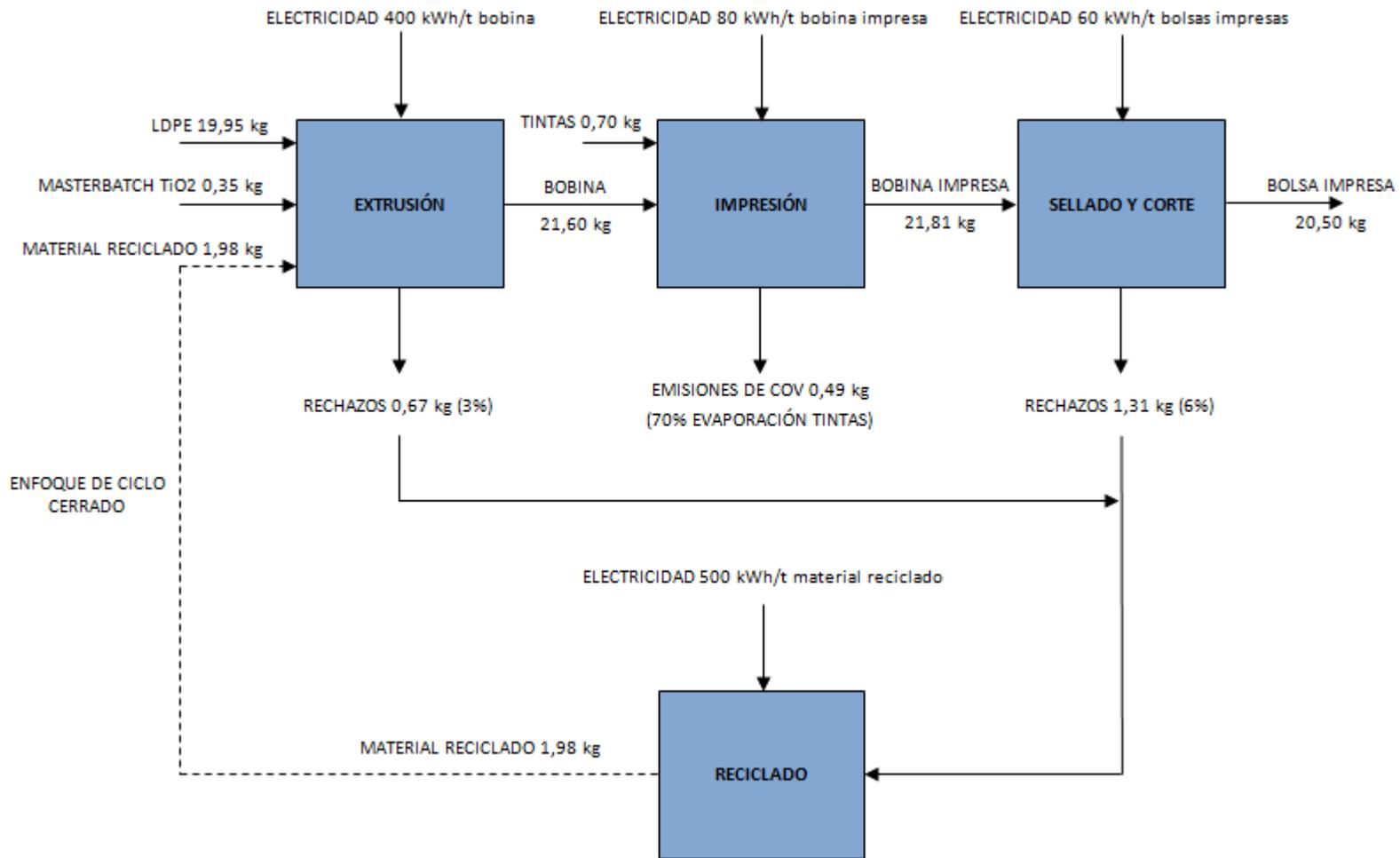
 - Envasado manual en cajas de 300 g de cartón de 1,000 bolsas
- 
- 1,000 bolsas de camiseta impresas para transportar lo equivalente a 21,000 L

Distancias

- LDPE a planta = 10,000 km en barco + 2,000 km en camión
- Masterbatch = 800 km en camión
- Tintas = 500 km en camión
- Uso = 500 km en camión
- Reciclado = 50 km en camión
- Incineración = 1000 km en camión
- Vertedero = 30 km en camión

Consumos energéticos

- Extrusión soplado = 400 kWh / t bobina
- Impresión = 80 kWh / t bobina impresa
- Sellado y corte = 60 kWh / t producto acabado
- Recuperación interna = 500 kWh / t material recuperado (100%)
- Envasado = manual → no consume



Factores de emisión

- BBDD / referencias científicas

Entrada/Salida	Factor de emisión
Polietileno de baja densidad (LDPE)	2.10 kg CO ₂ eq/kg
Masterbatch blanco	4.16 kg CO ₂ eq/kg
Tintas en base solvente	1.84 kg CO ₂ eq/kg
Electricidad (MV, España)	0.51 kg CO ₂ eq/kWh
Cajas de cartón	0.89 kg CO ₂ eq/kg
Transporte en barco	8.81E-03 kg CO ₂ eq/tkm
Transporte en camión	7.96E-02 kg CO ₂ eq/tkm
Reciclado de bolsas (*)	0.306 kg CO ₂ eq/kg
Incineración de bolsas (**)	2.03 kg CO ₂ eq/kg
Eliminación de bolsas en vertedero	0.11 kg CO ₂ eq/kg

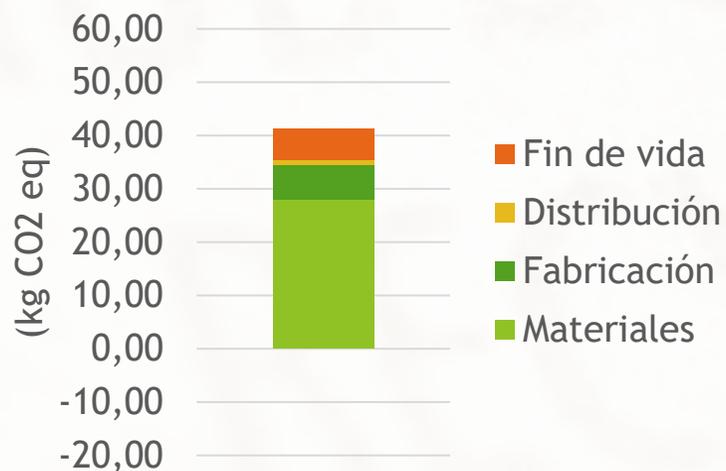
Emisiones evitadas (fin de vida) = * + **

- Reciclado → eficiencia del 85%
 - Evita emisiones de material virgen
- Incineración (valorización energética) → 2.44 kWh / kg de bolsas
 - Evita emisiones de generación de electricidad

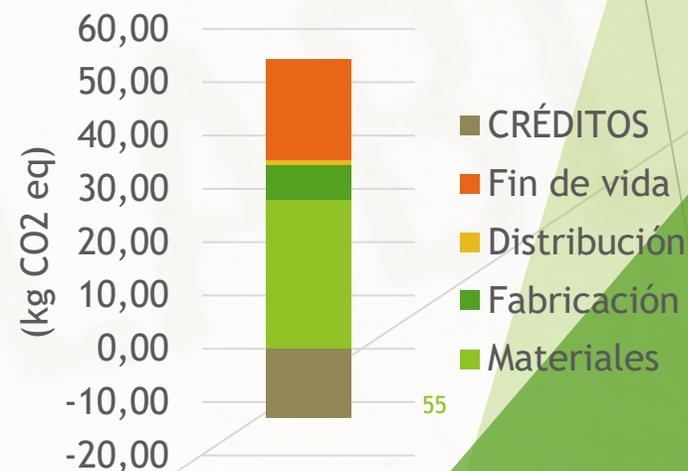
1000 bolsas de camiseta impresa con capacidad para 21 L

Etapa de ciclo de vida	Huella de carbono (kg CO ₂ eq)	Contribución (%)
Materiales	49.62	78.9%
Fabricación	6.43	10.2%
Distribución	1.09	1.7%
Fin de vida	5.75	9.1%
TOTAL	62.90	100%

Huella de carbono



Huella de carbono



CASO PRÁCTICO

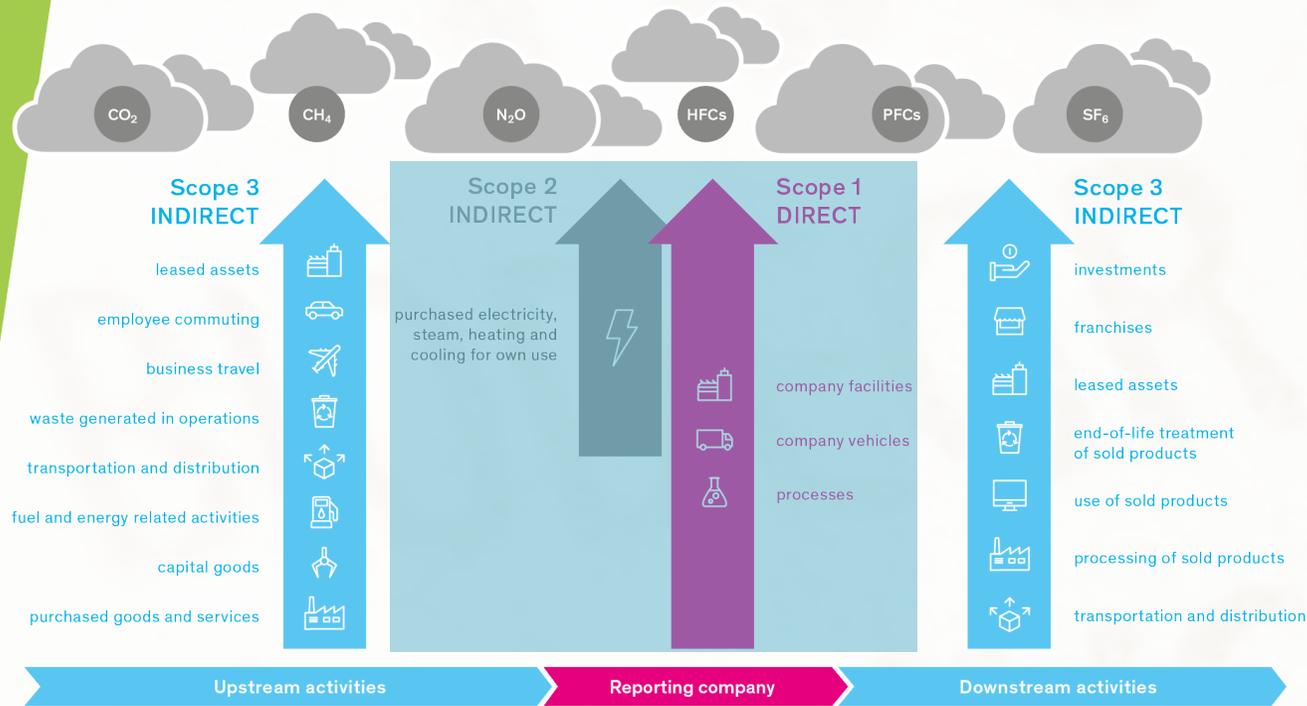


AIMPLAS

Alcances 1+2



Huella de carbono CORPORATIVA – Alcances/emisiones



ISO 14064:2019 → evaluar las indirectas significativas

Huella Carbono Corporativa

