



FORMACIÓN PROFESIONAL EN

# Huella de carbono

Para organizaciones públicas y privadas

Módulo N°2

Tema 2: Metodologías de cálculo.

Docente: Dra. Ing. Clarisa Alejandrino



# HC CORPORATIVA

**GHG  
Protocol**

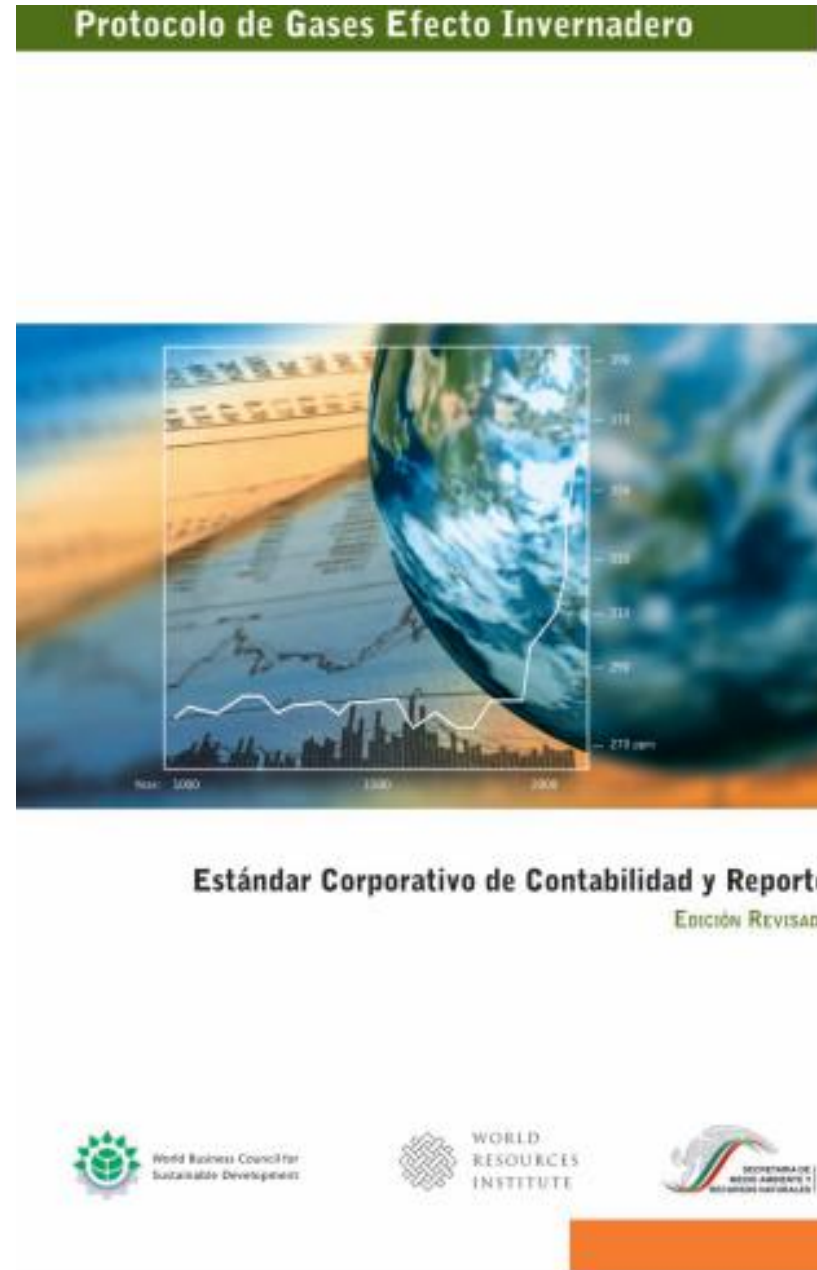


**ISO  
14064**

**Documentos de  
IPCC**

# GHG PROTOCOL

[https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/protocolo\\_spanish.pdf](https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/protocolo_spanish.pdf)



# ¿PARA QUÉ SIRVE?

El ECCR ofrece estándares y lineamientos para empresas y otras organizaciones interesadas en preparar un inventario de emisiones de GEI.

Cubre la contabilidad y el reporte de los seis GEI previstos en el Protocolo de Kioto:

- dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)
- metano (CH<sub>4</sub>)
- óxido nitroso (N<sub>2</sub>O)
- hidrofluorocarbonos (HFCs)
- perfluorocarbonos (PFCs)
- hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>)
- Trifluoruro de nitrógeno (NF<sub>3</sub>) (incorporado en Enmienda de Doha 2012.)

# ¿Quiénes LO PUEDEN UTILIZAR?

Este estándar ha sido diseñado principalmente desde la perspectiva de las empresas involucradas en el desarrollo de un inventario de GEI. No obstante, es igualmente aplicable a otros tipos de organizaciones cuyas operaciones estén vinculadas a la emisión de GEI, como ONGs, agencias gubernamentales y universidades .

# ¿Quiénes LO PUEDEN UTILIZAR?

2001–2004: Base metodológica – Corporate Standard (alcances 1, 2 y 3)

2011: Expansión – Scope 3 Standard y Product Standard

2013–2015: Ajustes técnicos – inclusión de NF<sub>3</sub> y Scope 2 Guidance

2015–2020: Consolidación – adopción global

2023–2027: Revisión integral en curso

# ¿Para qué NO sirve?

Para cuantificar las reducciones asociadas a proyectos de mitigación de GEI

The Greenhouse Gas Protocol



The GHG Protocol for Project Accounting



<https://ghgprotocol.org/project-protocol>

Para cuantificar las emisiones asociadas al ciclo de vida de un producto



Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard



<https://ghgprotocol.org/product-standard>

Para cuantificar las emisiones de una ciudad, región o país



Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Inventories

An Accounting and Reporting Standard for Cities  
Version 1.1



<https://ghgprotocol.org/ghg-protocol-cities>

# PRINCIPIOS

## Relevancia

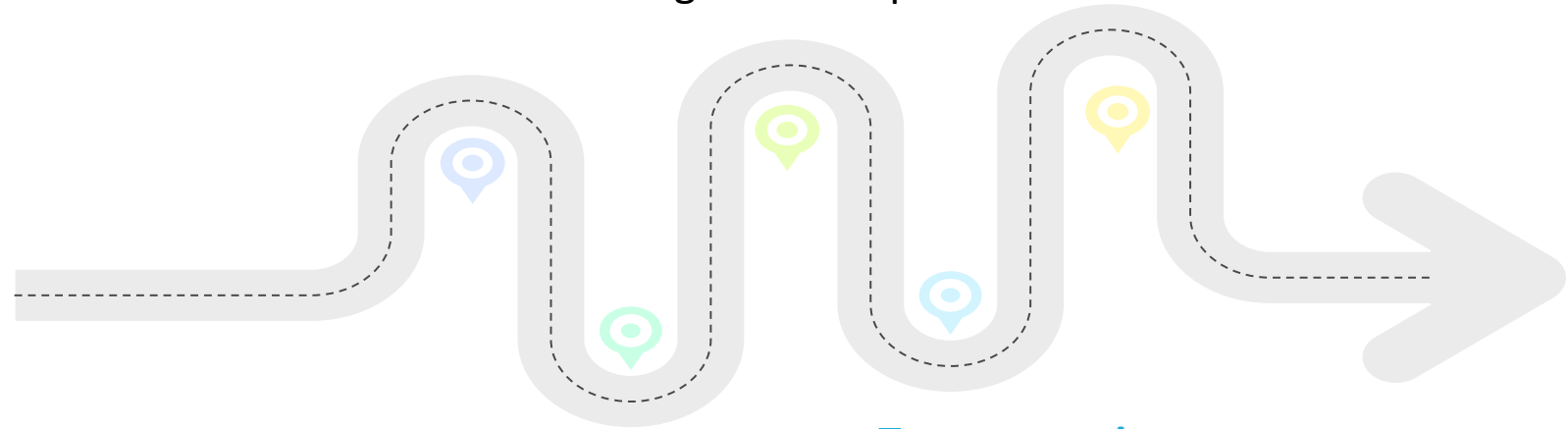
Asegurar que el inventario refleje las emisiones de la empresa para la toma de decisiones.

## Consistencia

Utilizar metodologías consistentes para comparaciones significativas a lo largo del tiempo.

## Precisión

Asegurar que la cuantificación de las emisiones sea precisa y confiable.



## Integridad

Contabilizar todas las fuentes de emisión dentro del límite del inventario.

## Transparencia

Abordar todas las cuestiones significativas de manera objetiva y coherente.

# METAS PARA CALCULAR HC CORPORATIVA

- Manejo de riesgos de GEI e identificación de oportunidades de reducción.
- Reporte público y participación en programas voluntarios de GEI.
- Participación en programas de reporte obligatorio.
- Participación en mercados de GEI.
- Reconocimiento por actuación temprana.

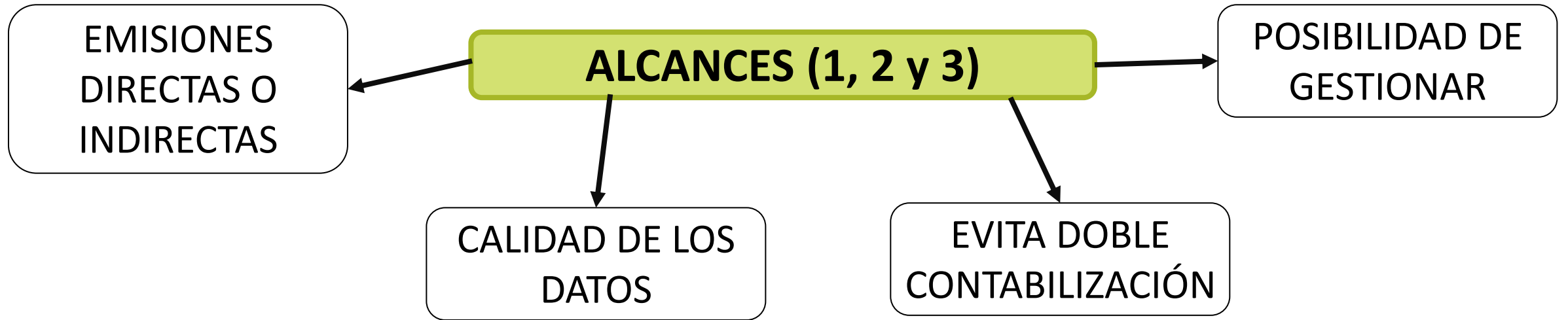
# LÍMITES ORGANIZACIONALES

Al fijarse los límites organizacionales, una empresa selecciona un **enfoque para consolidar** sus emisiones de GEI; este enfoque debe ser aplicado consistentemente para definir aquellas unidades de negocio y operaciones que constituyen a la empresa para fines de contabilidad y reporte de GEI.

Para reportes corporativos es posible utilizar dos enfoques distintos:



# LÍMITES OPERACIONALES



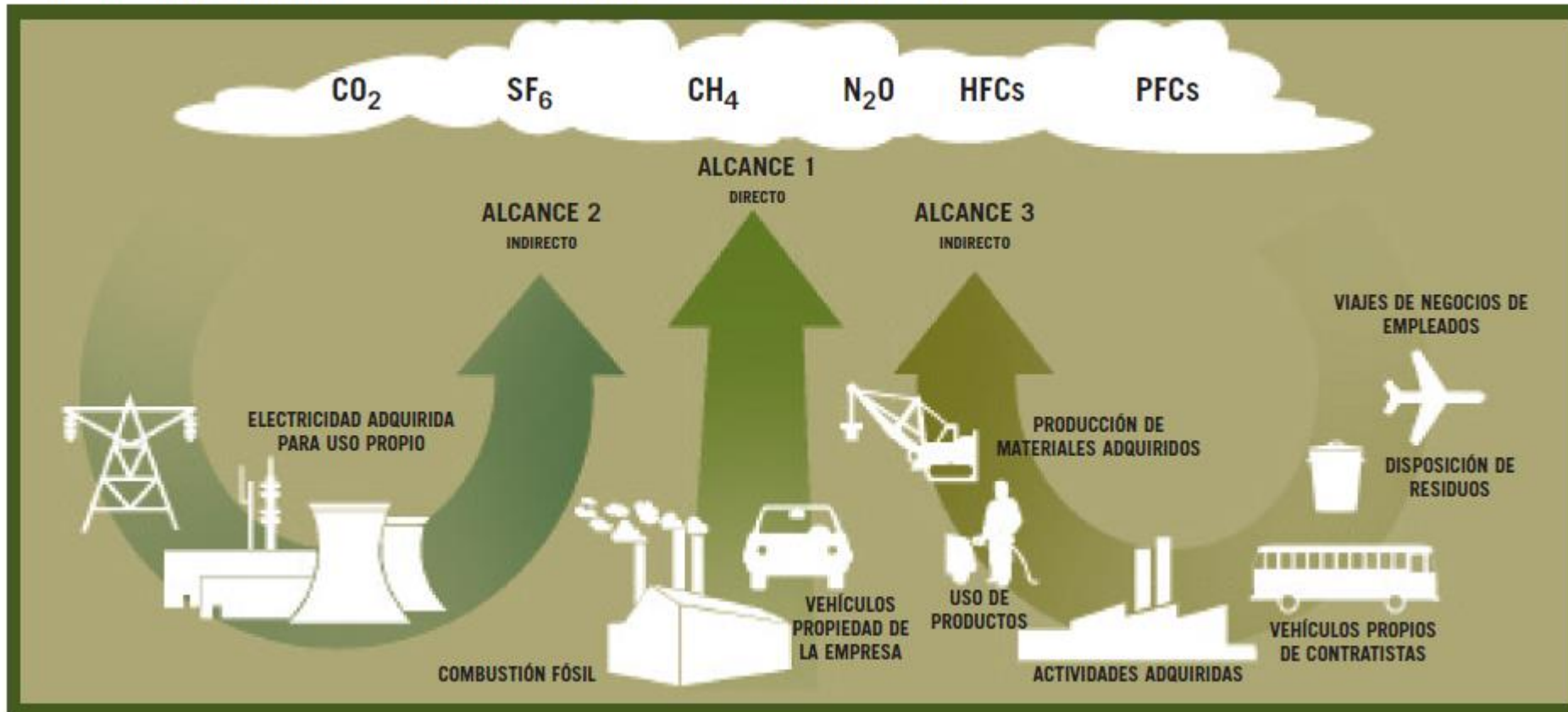
Emisiones directas de GEI → **ALCANCE 1**

Emisiones indirectas GEI por energía → **ALCANCE 2**

Otras emisiones indirectas de GEI → **ALCANCE 3**

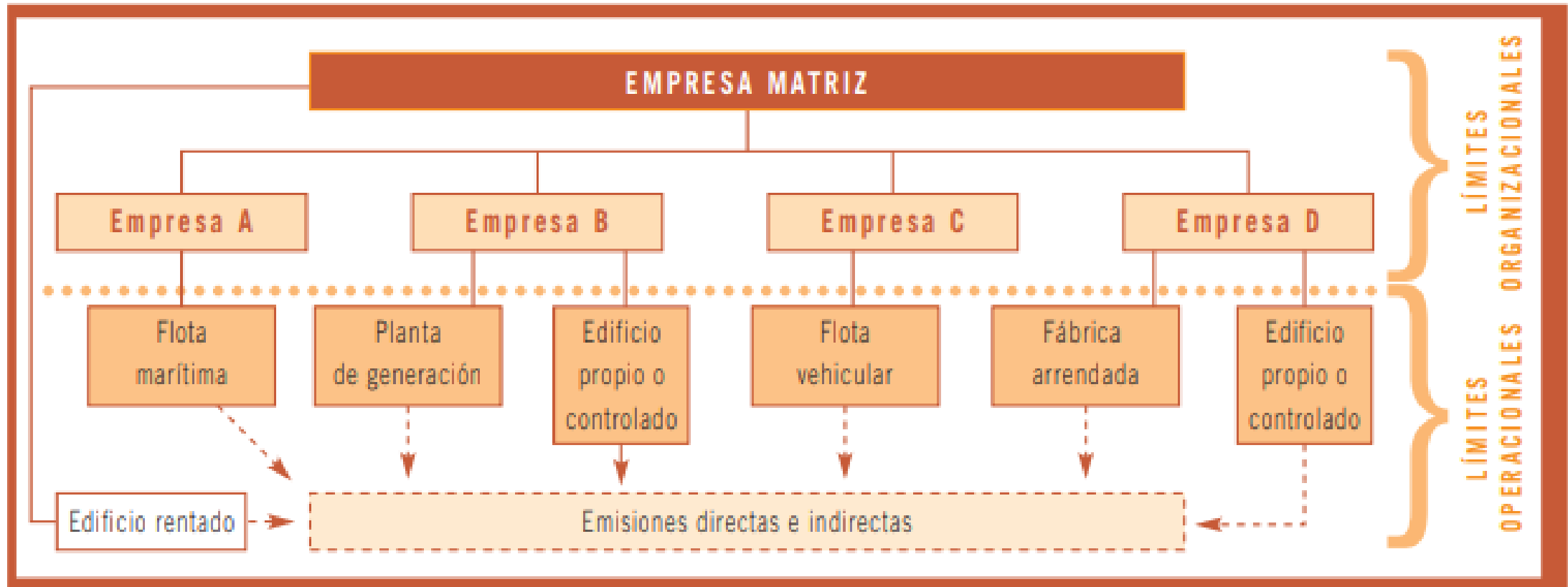
# LÍMITES OPERACIONALES

Figura 3. Resumen de alcances y emisiones a través de la cadena de valor.



# LÍMITES OPERACIONALES

FIGURA 2. Límites organizacionales y operacionales de una empresa



# GHG PROTOCOL (SCOPE 2) GUIDANCE



## *GHG Protocol Scope 2 Guidance*

*An amendment to the GHG Protocol  
Corporate Standard*



<https://ghgprotocol.org/scope-2-guidance>

# GHG PROTOCOL (SCOPE 3) GUIDANCE



## *Technical Guidance for Calculating Scope 3 Emissions* (version 1.0)

*Supplement to the Corporate Value Chain (Scope 3)  
Accounting & Reporting Standard*



<https://ghgprotocol.org/scope-3-calculation-guidance-2>

# SEGUIMIENTO DE EMISIONES A TRAVÉS DEL TIEMPO

**ELECCIÓN DE UN AÑO BASE.** Tomar como base un año para el cual exista información confiable de emisiones. Justificar las razones (**PANDEMIA** no se recomienda).

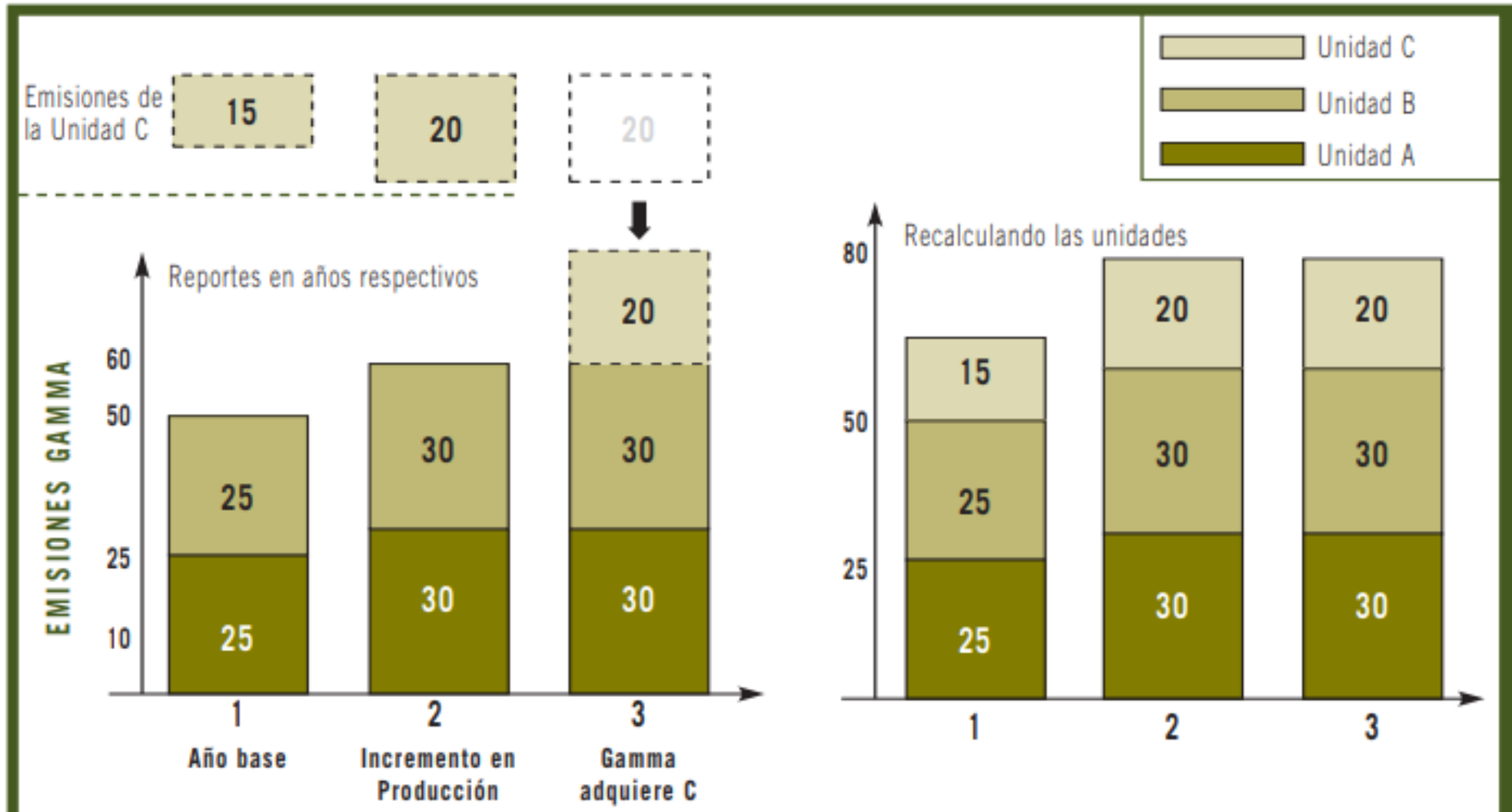
**AJUSTE DE EMISIONES.** Definir una política de ajuste de emisiones del año base para decidir sobre la pertinencia de emprender un recálculo.

**Umbral de significancia** es el criterio cualitativo para definir qué cambios son relevantes.

Posibles causas: cambios estructurales en la empresa, cambios en la metodología de cálculo, identificación de errores significativos.

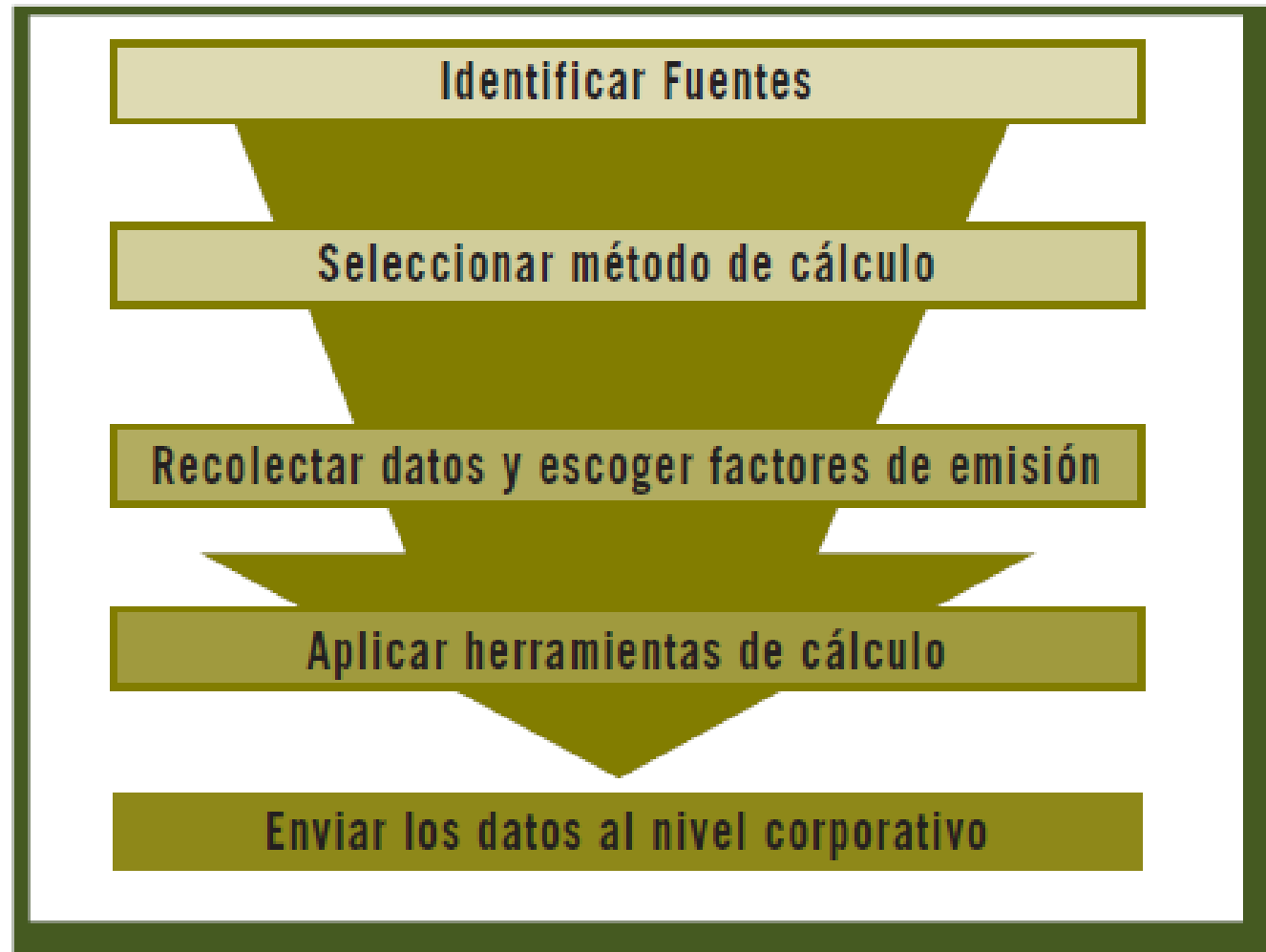
# SEGUIMIENTO DE EMISIONES A TRAVÉS DEL TIEMPO

FIGURA 6. Ajuste de las emisiones del año base debido a una adquisición



# IDENTIFICACIÓN Y CÁLCULO

## Pasos para identificar y calcular emisiones de GEI



# IDENTIFICAR FUENTES: ALCANCE 1

## Preguntas guía

**1. Generación de electricidad, calor o vapor:** Emisiones por combustión de combustibles en fuentes fijas.

→ ¿Cómo es la calefacción?  
¿Tenemos caldera, hornos, turbinas?

**2. Procesos físicos y químicos:** Manufactura o procesamiento industrial de materiales y productos.

→ ¿Hay un proceso de transformación?

**3. Fuentes móviles que son propiedad o son controladas por la empresa:** Transporte de materiales, productos, residuos o empleados.

→ ¿Tenemos vehículos propios o alquilados?

**4. Emisiones fugitivas:** Liberaciones intencionales o no intencionales.

→ ¿Tenemos equipos de refrigeración?  
¿Cómo es la climatización?

# IDENTIFICAR FUENTES: ALCANCE 2

**Electricidad, vapor o calor que se importa desde el exterior de los límites organizacionales.**

## Preguntas guía

¿Generamos nuestra propia energía o la compramos?

¿A dónde o a quién compramos la energía?

¿Cuáles son los principales equipos o procesos que consumen energía?

# IDENTIFICAR FUENTES: ALCANCE 3

Upstream

1. Bienes y servicios adquiridos
2. Bienes de capital
3. Actividades relacionadas con combustible y energía
4. Transporte y distribución
5. Residuos generados en las operaciones
6. Viajes de negocio
7. Transporte de empleados
8. Activos arrendados upstream

Downstream

9. Transporte y distribución
10. Procesamiento de productos vendidos
11. Uso de productos vendidos
12. Fin de vida de productos vendidos
13. Activos arrendados downstream
14. Franquicias
15. Inversiones

## Preguntas guía

¿Cuáles son los principales insumos que adquirimos? ¿Con qué frecuencia? ¿En qué cantidad? ¿Tenemos información disponible?

¿A dónde o a quién compramos combustible? ¿Cómo se transporta y almacena?

¿Cómo es el transporte de insumos y productos?

¿Cómo es el transporte de empleados y los viajes de negocio?

¿Nuestros productos requieren energía en su uso? ¿Cómo es el fin de vida de los mismos?

# IDENTIFICAR FUENTES: EJEMPLO

SECTOR	FUENTE DE LAS EMISIONES ALCANCE 1	FUENTE DE LAS EMISIONES ALCANCE 2	FUENTE DE LAS EMISIONES ALCANCE 3
<b>Rellenos sanitarios, incineración de residuos, servicios de agua</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Combustión fija (incineradores, hornos, quemadores)</li> <li>• Emisiones de proceso (tratamiento de lodos residuales, carga de nitrógeno)</li> <li>• Emisiones fugitivas (CH<sub>4</sub> y CO<sub>2</sub> de la descomposición de residuos y productos animales)</li> <li>• Combustión móvil (transporte de residuos y productos)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Combustión fija (consumo de electricidad, calor o vapor adquiridos)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Combustión fija (residuos reciclados usados como combustible)</li> <li>• Emisiones de proceso (residuos reciclados usados como materia prima)</li> <li>• Combustión móvil (transporte de residuos y productos, viajes de negocios de empleados y traslado de personal desde y hacia sus casas)</li> </ul>

# IDENTIFICAR FUENTES: EJEMPLO

SECTOR	FUENTE DE LAS EMISIONES ALCANCE 1	FUENTE DE LAS EMISIONES ALCANCE 2	FUENTE DE LAS EMISIONES ALCANCE 3
<b>Petróleo y gas<sup>3</sup></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Combustión fija (calentadores de proceso, motores, turbinas, quemadores de gas, incineradores, agentes oxidantes, producción de electricidad, calor y vapor)</li> <li>• Emisiones de proceso (respiradores de proceso, respiradores de equipos, actividades de mantenimiento y reajuste, actividades no rutinarias)</li> <li>• Combustión móvil (transporte de materias primas, productos y residuos; vehículos propiedad de la empresa)</li> <li>• Emisiones fugitivas (fugas de equipos a presión, tratamiento de aguas residuales, superficies de captación)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Combustión fija (consumo de electricidad, calor o vapor adquiridos)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Combustión fija (uso de productos como combustibles, combustión para la producción de materiales adquiridos)</li> <li>• Combustión móvil (transporte de materias primas, productos, residuos; viajes de negocios de empleados, traslado de personal desde y hacia sus casas, uso de productos como combustibles)</li> <li>• Emisiones de proceso (uso de productos como materia prima, emisiones derivadas de la producción de materiales adquiridos)</li> <li>• Emisiones fugitivas (CH<sub>4</sub> y CO<sub>2</sub> de rellenos sanitarios o de la producción de materiales adquiridos)</li> </ul>

# IDENTIFICAR FUENTES: EJEMPLO

## DHL Nordic Express: La contabilidad de servicios de transporte contratados a terceros

Al incluir el alcance 3 y promover la reducción de emisiones de GEI a través de la cadena de valor, DHL Nordic Express aumentó la relevancia del impacto de sus emisiones, expandió oportunidades para reducir sus impactos y mejoró su habilidad para detectar oportunidades de ahorro en costos. Sin el alcance 3, a DHL Express Nordic le hubiera faltado mucha de la información necesaria para entender y manejar de manera efectiva sus emisiones.

<b>ALCANCE 1</b>	<b>7,265</b>
<b>ALCANCE 2</b>	<b>52</b>
<b>ALCANCE 3</b>	<b>327,634</b>
<b>TOTAL</b>	<b>334,951</b>

# SELECCIONAR MÉTODO DE CÁLCULO

**Medición Directa**

**Modelado por balance de masa**

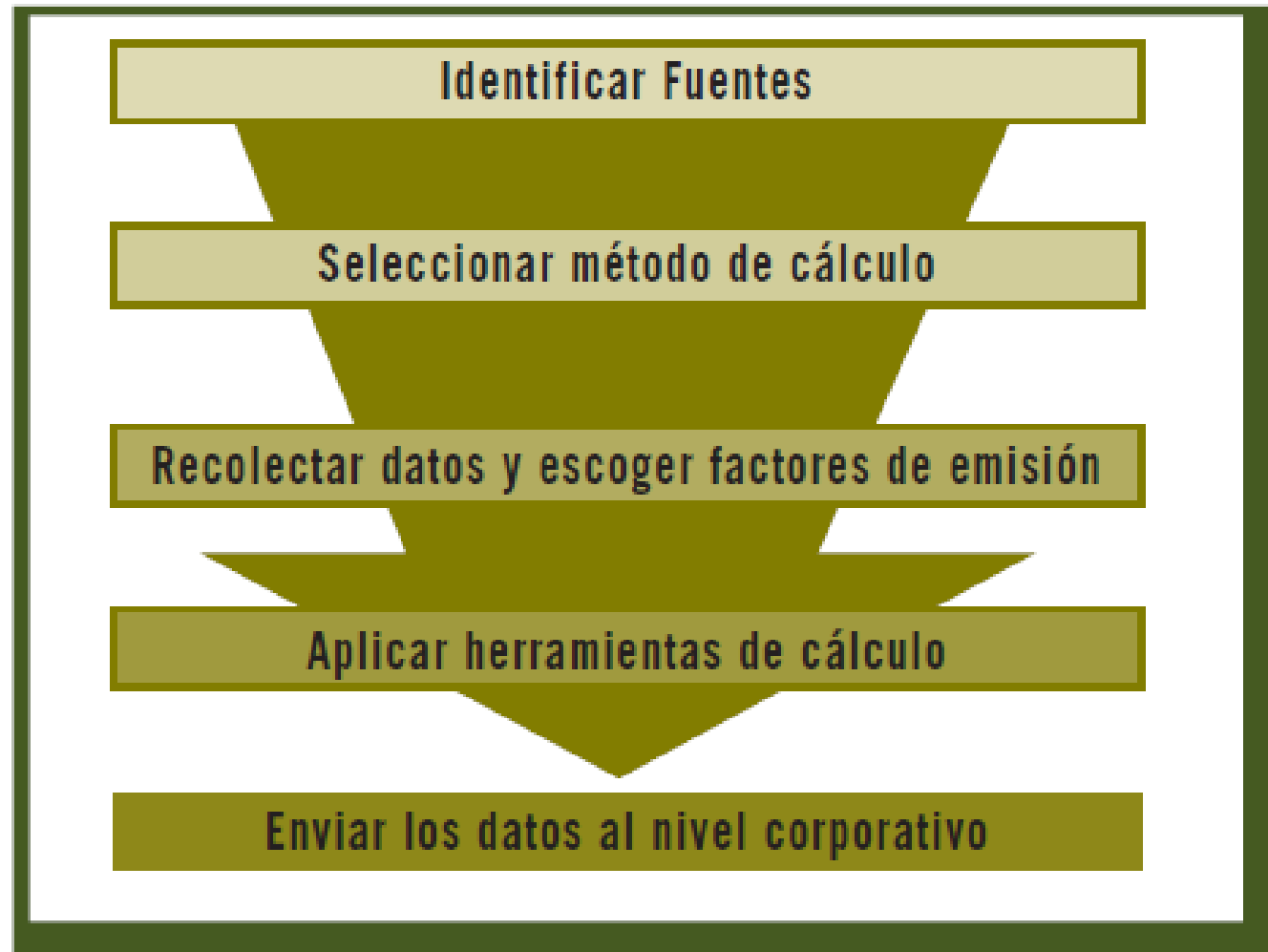
**Modelado de proceso**

**Modelado por factor de emisión**

Las empresas deben utilizar el método de cálculo más exacto que se encuentre a su disposición y que sea apropiado dentro del contexto de su reporte.

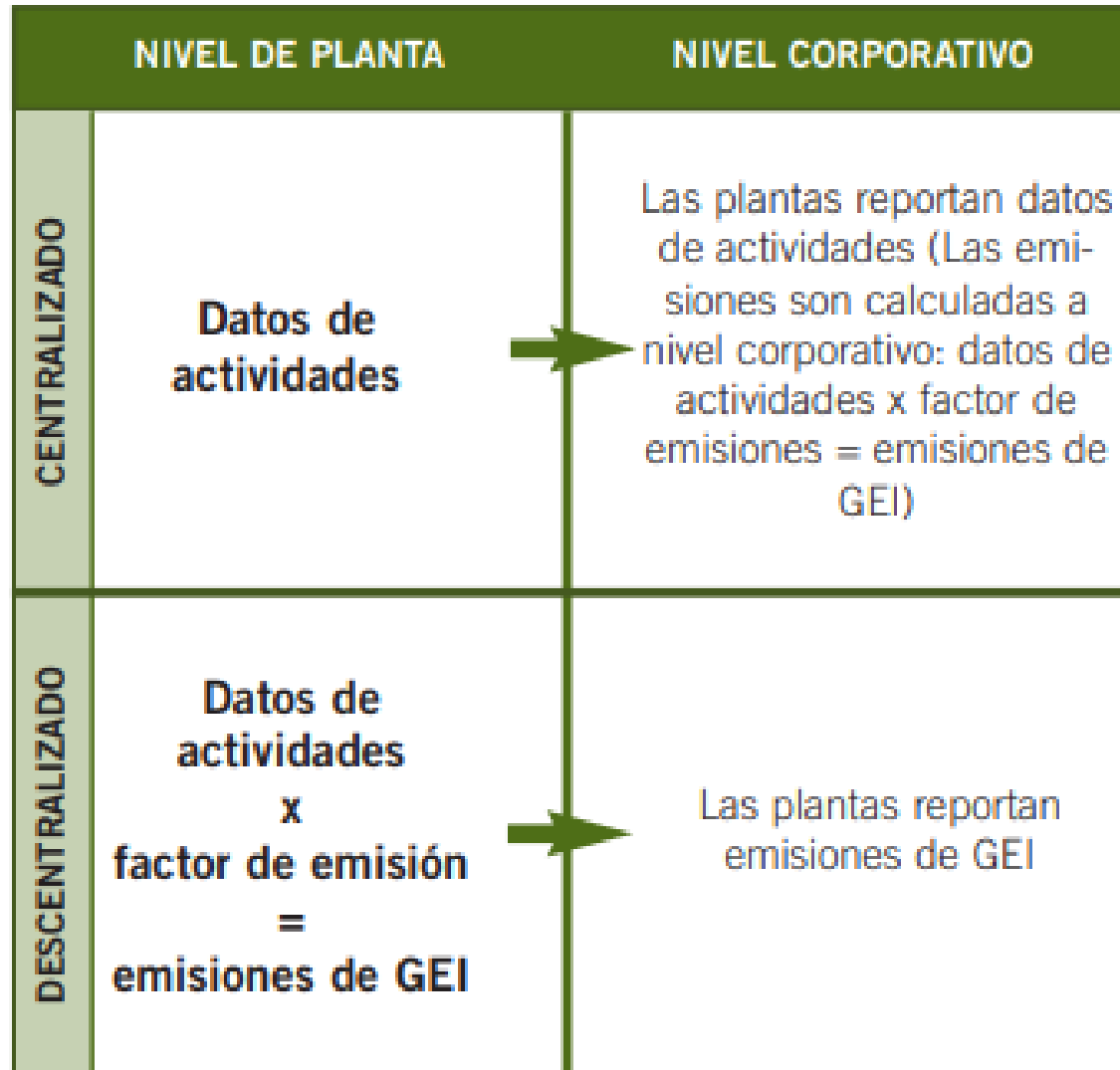
# IDENTIFICACIÓN Y CÁLCULO

## Pasos para identificar y calcular emisiones de GEI



# ENVIAR DATOS A NIVEL CORPORATIVO

Figura 10. Métodos para reunir datos



- Inventarios corporativos normalmente tienen como base de reporte un año completo (12 meses corridos)
- Unidad usual es tonelada CO2 eq./año

# GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL INVENTARIO

FIGURA 11. Sistema de gestión de calidad del inventario



**TABLA 4. Medidas genéricas de gestión de calidad**

**COLECTA DE DATOS, INSUMOS Y ACTIVIDADES DE MANEJO**

- Revisión de una muestra de datos para buscar errores de transcripción
- Identificar modificaciones en las hojas de cálculo que puedan ofrecer controles adicionales de calidad
- Asegurar que hayan sido implementados los procedimientos adecuados de control para archivos electrónicos
- Otros

**DOCUMENTACIÓN DE DATOS**

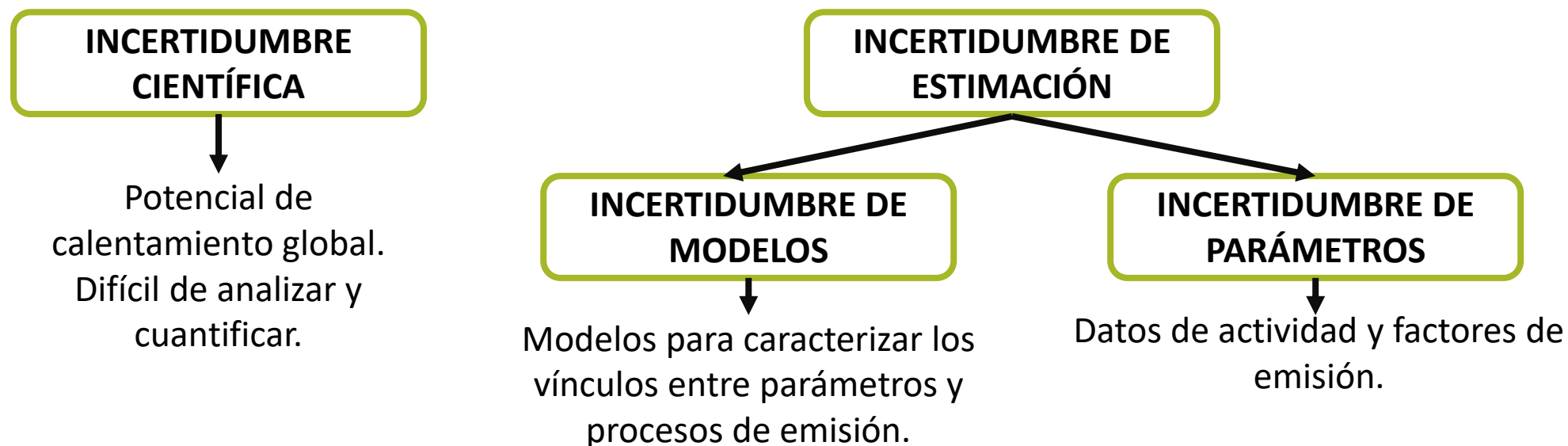
- Verificar que las referencias bibliográficas sobre datos se incluyan en las hojas de cálculo
- Verificar que se archiven copias de las referencias citadas
- Verificar que los supuestos y criterios de selección de límites, años base, métodos, datos de actividad y producción, factores de emisión y otros parámetros estén adecuadamente documentados
- Verificar que se documenten todos los cambios en los datos o las metodologías
- Otros

**GÁLCULO DE EMISIONES Y VERIFICACIÓN DE ESTIMACIONES**

- Verificar que las unidades de emisión, los parámetros y los factores de conversión sean etiquetados de manera adecuada
- Verificar que las unidades sean etiquetadas de manera correcta y que sean consistentes a lo largo del proceso de cálculo
- Verificar que los factores de conversión sean correctos
- Verificar los pasos del procesamiento de información (como ecuaciones) en las hojas de cálculo
- Verificar que los datos de ingreso en las hojas de cálculo se distingan apropiadamente de los datos calculados
- Verificar manual o electrónicamente una muestra representativa de los cálculos realizados
- Verificar los cálculos con cálculos manuales rápidos y abreviados
- Verificar la agregación de datos a nivel de categorías de fuentes, unidades de negocio, operaciones, etc.
- Verificar la consistencia de las series de tiempo y los cálculos
- Otros

# GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL INVENTARIO: INCERTIDUMBRE

Nivel de incertidumbre es una medida cuantitativa de la Calidad del inventario. Rara vez se hace.



Existe también una **Guía de Cálculo de Incertidumbre**:

<https://ghgprotocol.org/sites/default/files/2023-03/ghg-uncertainty.pdf>

# CONTABILIDAD DE REDUCCIONES DE EMISIONES DE GEI

Protocolo GEI nos Brinda una guía para:

- Selección de escenario base
- Demostración de adicionalidad
- Identificación y cuantificación de efectos secundarios relevantes.
- Consideración de reversibilidad
- Evitar la doble contabilidad

## RECORDAR!!

The Greenhouse Gas Protocol



The GHG Protocol for Project Accounting

# REPORTE DE EMISIONES DE GEI

¿Qué reportar?

¿Cómo usar cocientes e indicadores?

# VERIFICACIÓN DE EMISIONES DE GEI

Verificaciones internas y externas

Concepto de materialidad y discrepancia material.

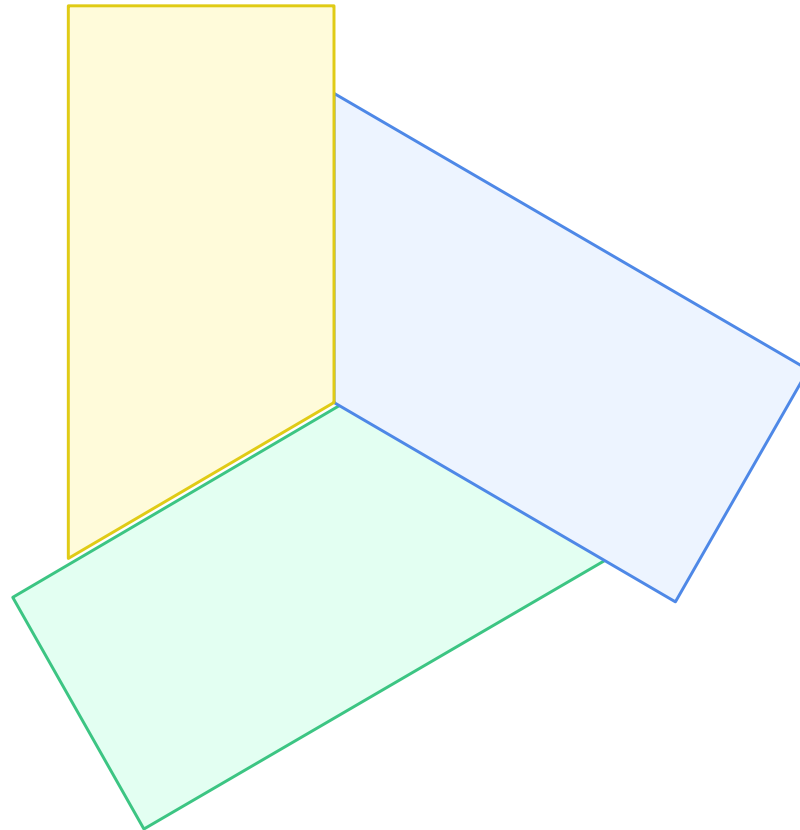
# DETERMINACIÓN DE UN OBJETIVO DE EMISIONES DE GEI

Razones y pasos

# HC CORPORATIVA

**GHG  
Protocol**

**ISO  
14064**



**Documentos de  
IPCC**

# NORMA ISO 14064

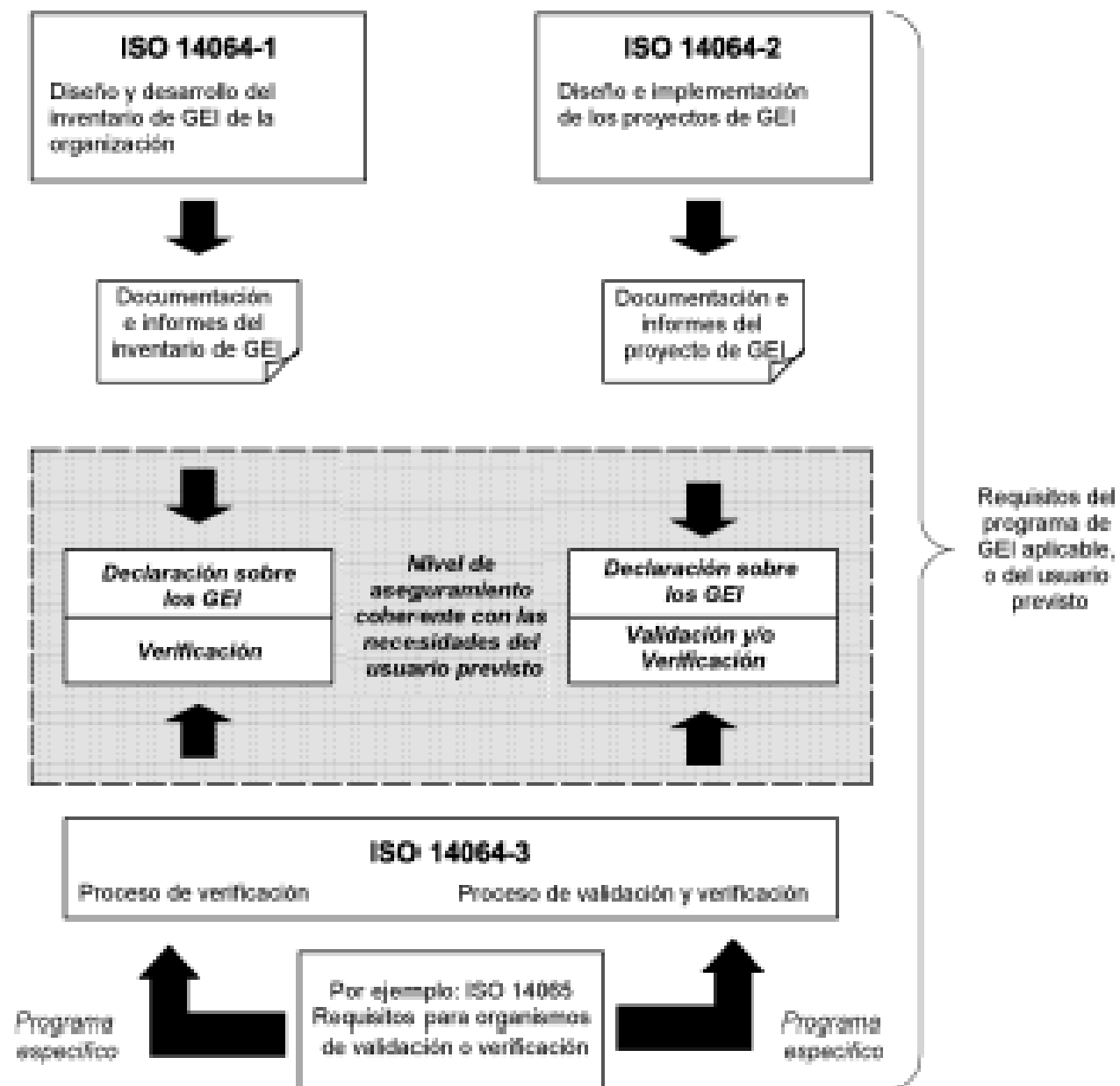
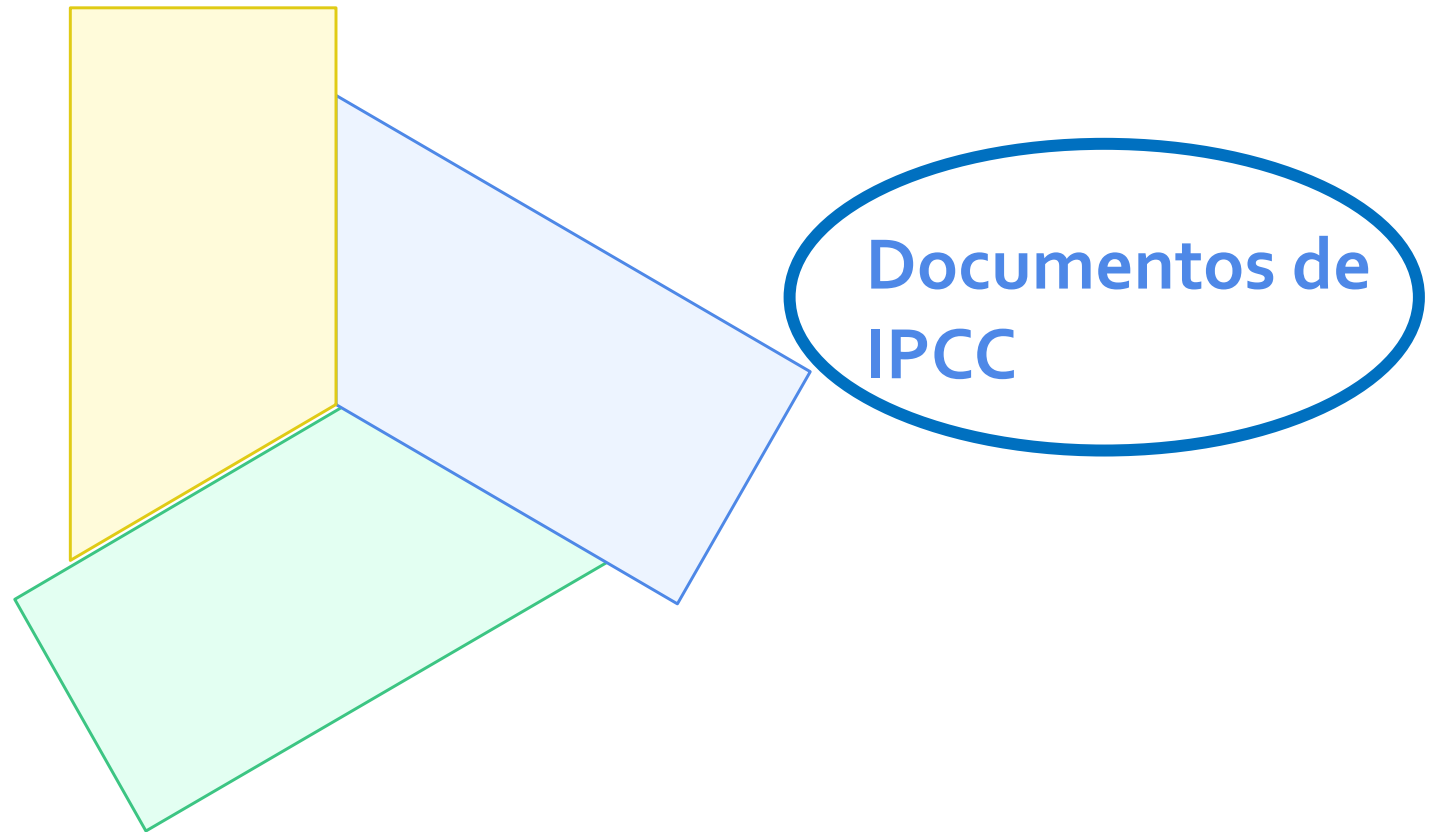


Figura 1 - Relación entre las partes de la Norma ISO 14064

# HC CORPORATIVA

**GHG  
Protocol**

**ISO  
14064**



**Documentos de  
IPCC**

# Documentos de IPCC importantes para HC Corporativa

## DIRECTRICES METODOLÓGICAS

### **2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories**

- Métodos de estimación de emisiones
- Factores de emisión por defecto
- Ecuaciones por sector (energía, residuos, AFOLU, etc.)

<https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/index.html>

### **2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines**

- Actualiza las directrices 2006
- Mejora factores de emisión y metodologías

<https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/index.html>

# EJEMPLO: Refrigeración (IPCC, 2006)

## EQUATION 7.13

### SOURCES OF EMISSIONS DURING EQUIPMENT LIFETIME

$$E_{lifetime, t} = B_t \cdot \frac{x}{100}$$

Where:

$E_{lifetime, t}$  = amount of HFC emitted during system operation in year  $t$ , kg

$B_t$  = amount of HFC banked in existing systems in year  $t$  (per sub-application), kg

$x$  = annual emission rate (i.e., emission factor) of HFC of each sub-application bank during operation, accounting for average annual leakage and average annual emissions during servicing, percent

[https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/3\\_Volume3/V3\\_7\\_Ch7\\_ODS\\_Substitutes.pdf](https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/3_Volume3/V3_7_Ch7_ODS_Substitutes.pdf)

Sub-application	Charge (kg)	Lifetimes (years) <sup>2</sup>	Emission Factors (% of initial charge/year) <sup>3</sup>		End-of-Life Emission (%)	
			(k)	(x)	( $\eta_{rec,d}$ )	(p)
Factor in Equation	(M)	(d)	Initial Emission	Operation Emission	Recovery Efficiency <sup>4</sup>	Initial Charge Remaining
Domestic Refrigeration	$0.05 \leq M \leq 0.5$	$12 \leq d \leq 20$	$0.2 \leq k \leq 1$	$0.1 \leq x \leq 0.5$	$0 < \eta_{rec,d} < 70$	$0 < p < 80$

# Documentos de IPCC importantes para HC Corporativa

## IPCC Global Warming Potential (GWP) values relative to CO<sub>2</sub>

Common chemical name or industrial designation	Chemical formula	GWP values for 100-year time horizon		
		Fourth Assessment Report (AR4)	Fifth Assessment Report (AR5)	Sixth Assessment Report (AR6)
<b>Major Greenhouse Gases</b>				
Carbon dioxide	CO <sub>2</sub>	1	1	1
Methane – non-fossil	CH <sub>4</sub>	25	28	27.0
Methane – fossil	CH <sub>4</sub>	N/A	30	29.8
Nitrous oxide	N <sub>2</sub> O	298	265	273
Nitrogen trifluoride	NF <sub>3</sub>	17,200	16,100	17,400
Sulfur hexafluoride	SF <sub>6</sub>	22,800	23,500	24,300

# CORPORATE VALUE CHAIN (SCOPE 3) STANDARD



<https://ghgprotocol.org/corporate-value-chain-scope-3-standard>

# APORTES DEL SCOPE 3 STANDARD

## Cobertura completa de la cadena de valor

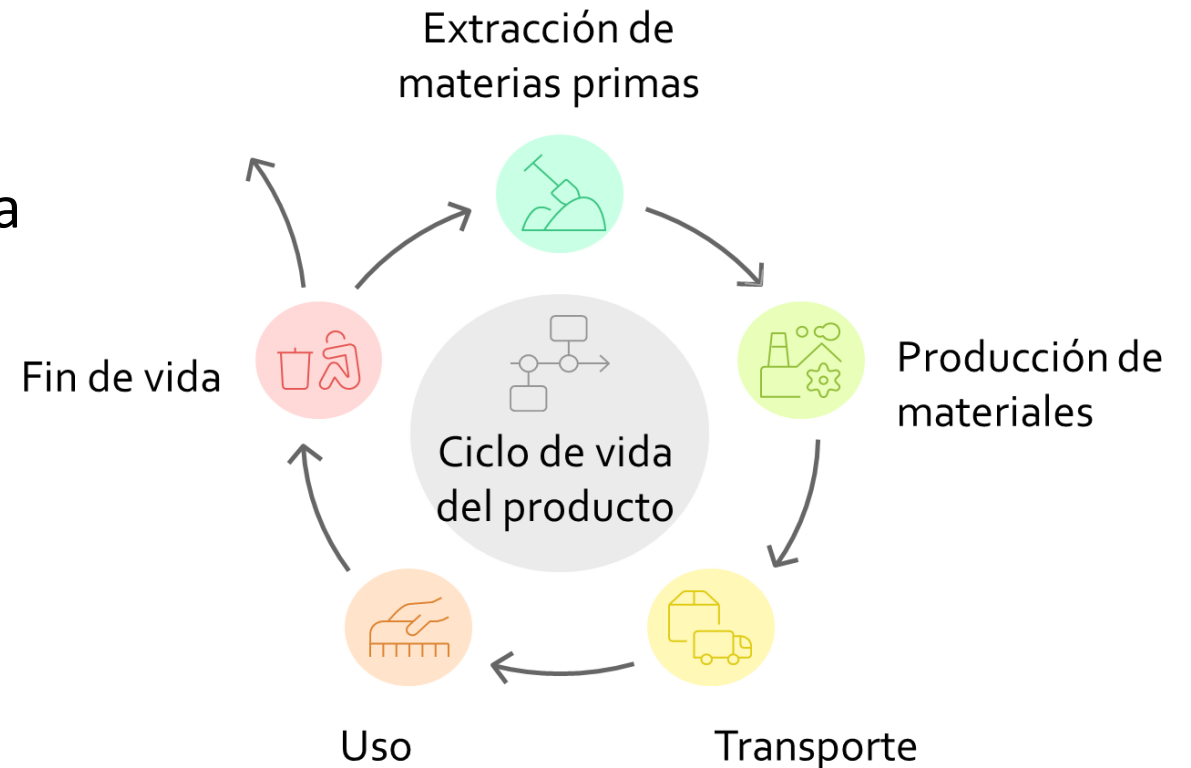
- 15 categorías de emisiones indirectas (upstream y downstream). Conocido como la “huella extendida” de las empresas.

## Metodología estructurada y comparable

- Establece un marco común
- Facilita comparaciones y benchmarking

## Identificación de puntos críticos (hotspots)

- Ayuda a identificar dónde están realmente las mayores emisiones en la cadena de valor.



# APORTES DEL SCOPE 3 STANDARD

## **Conexión con la estrategia de sostenibilidad**

- Ofrece lineamientos para priorizar categorías según relevancia, magnitud, influencia, riesgo y oportunidad.
- Permite integrar la gestión de GEI con gestión de proveedores, diseño de productos y decisiones logísticas.

## **Puente hacia la contabilidad de productos**

- El Scope 3 Standard y el Product Standard del GHG Protocol fueron lanzados juntos. Se complementan entre sí.

## **Impulso al reporting global y compromisos de carbono neutralidad**

- Base metodológica para iniciativas como SBTi (Science Based Targets initiative): que exige a las empresas metas sobre emisiones de alcance 3 si son >40% del total.

Es clave para las estrategias de descarbonización de grandes organizaciones

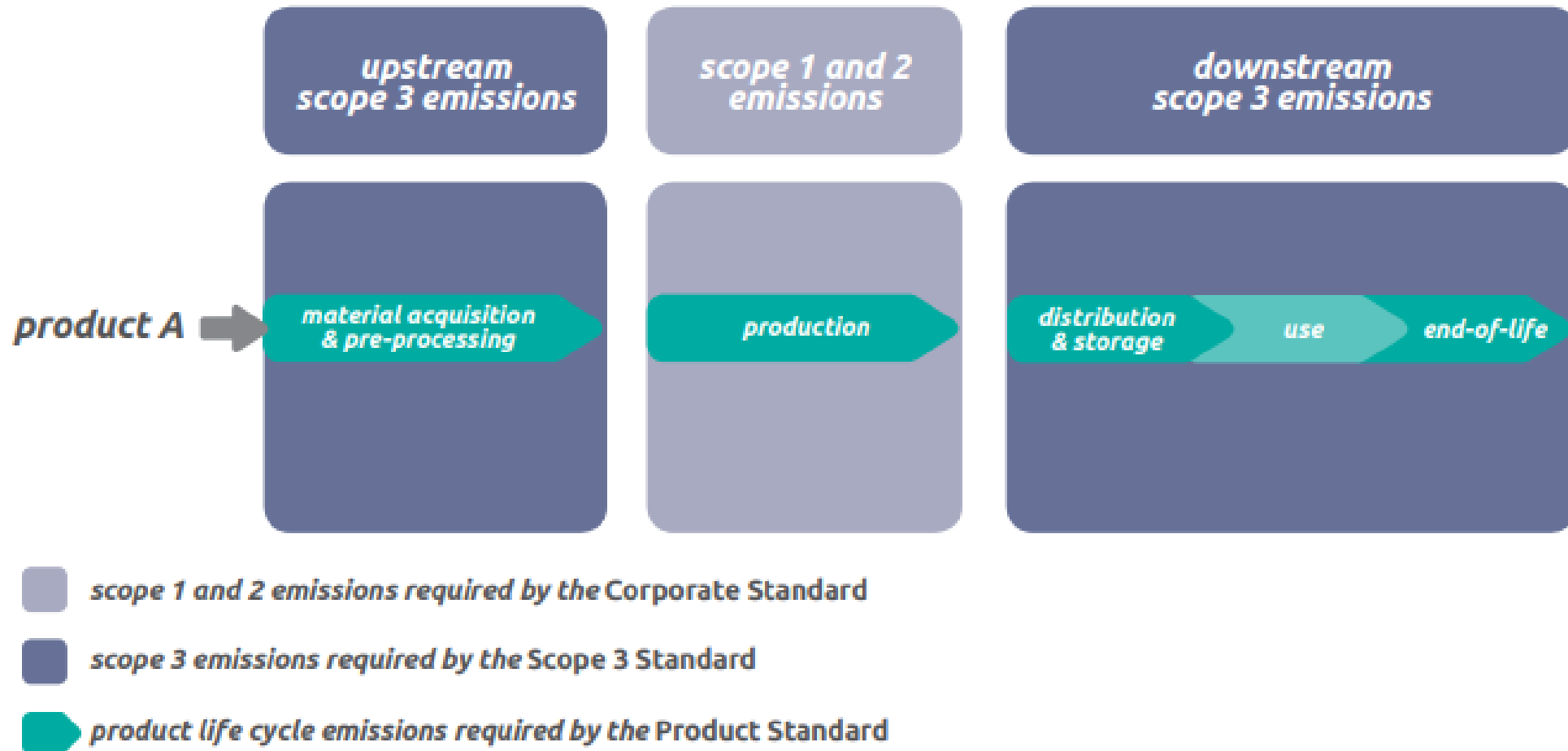
# GHG PROTOCOL – PRODUCTOS



<https://ghgprotocol.org/product-standard>

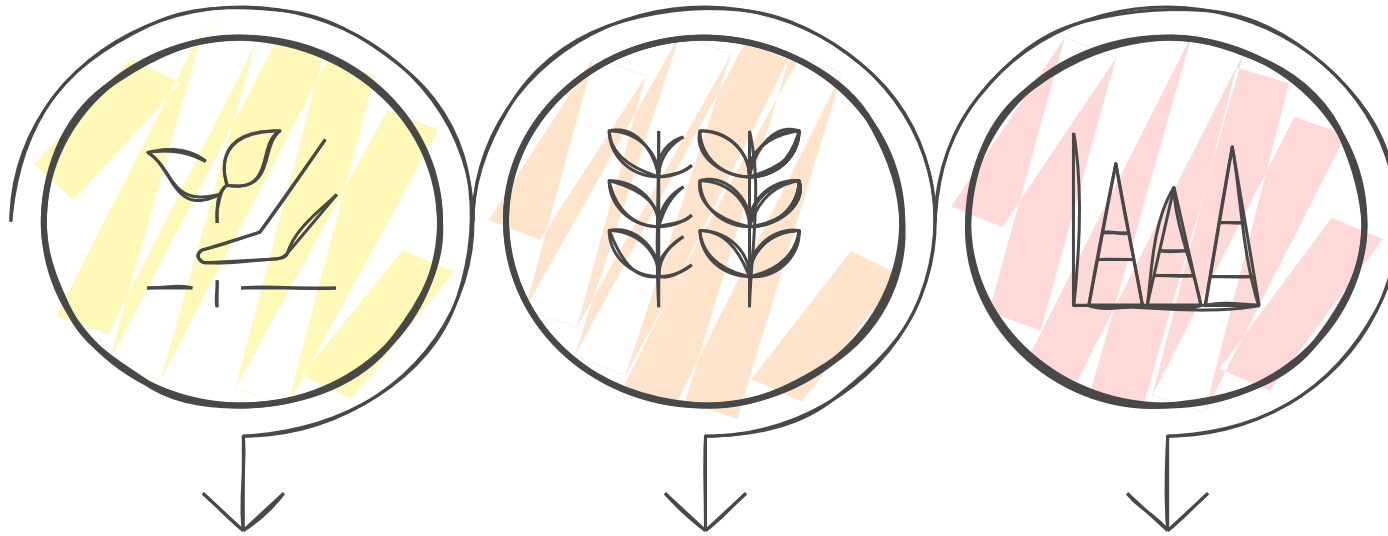
# HC CORPORATIVA VS DE PRODUCTO

**Figure [1.1]** The relationship between the *Corporate, Scope 3, and Product Standards* for a company manufacturing product A



	<b>GHG Protocol – Product Standard (2011)</b>	<b>ISO 14067:2018</b>
<b>Enfoque</b>	Contabilidad y reporte de GEI a lo largo del ciclo de vida de un producto.	Especificación técnica formal internacional para cuantificación de la HC de productos.
<b>Base metodológica</b>	ACV (ISO 14040/44) + principios del GHG Protocol	ACV (ISO 14040/44) con requisitos específicos para GEI.
<b>Alcance</b>	Todas las etapas del ciclo de vida	Obligatorio cubrir todo el ciclo de vida, permite exclusiones justificadas.
<b>Unidades de análisis</b>	Producto o servicio definido por “unidad funcional”.	
<b>Tipo de resultado</b>	Informe de emisiones de GEI por producto, comparable entre empresas bajo los mismos supuestos.	Resultado cuantitativo de HC. Requisitos de comunicación externa.
<b>Alineación internacional</b>	Usado globalmente, fuerte en empresas multinacionales.	Norma ISO, reconocida y usada en certificaciones internacionales.
<b>Aplicaciones típicas</b>	Multinacionales que quieren armonizar reportes internos y externos.	Declaraciones verificadas de huella de producto para mercados internacionales.

# ECOETIQUETADO – SERIE ISO 14020



**Tipo I**

Ecoetiquetas

**Tipo II**

Auto-declaraciones  
ambientales

**Tipo III**

Declaraciones  
ambientales de  
productos



FORMACIÓN PROFESIONAL EN

# Huella de carbono

Para organizaciones públicas y privadas

¡MUCHAS GRACIAS!