

METODOLOGÍAS IPCC PARA ELABORAR INVENTARIOS ANUALES NACIONALES DE GASES INVERNADERO

SERGIO GONZÁLEZ MARTINEAUX
INVESTIGADOR INIA-LA PLATINA
INTEGRANTE IPCC-TASK FORCE BUREAU
sgonzale@inia.cl

Taller LEARN
21 de Julio de 2008
Montevideo, Uruguay

MATERIAL DE APOYO

- IPCC 1996-revised Guidelines for the Elaboration of National Greenhouse Gas Inventories
- IPCC 2000-Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories
- IPCC 2003-Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry
- IPCC 2006 Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories
- Emission Factors Database (EFDB)
- IPCC Software to support the elaboration of National GHG Inventories

Gases invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal

- Gases invernadero (potencial de calentamiento global)

• CO ₂	1
• CH ₄	21
• N ₂ O	310
• HCFs	1.300-11.700
• CFCs	6.500-9.200
• SF ₆	23.200

- Gases precursores:

• CO	sin PCG
• NOX	sin PCG
• NMVOC	sin PCG
• (SO ₂)	sin PCG

GUÍAS METODOLÓGICAS IPCC revisadas en 1996



GUÍAS METODOLÓGICAS 1996

- Al año 1996, los inventarios de G.E.I. fueron conformados por los siguientes sectores (primer nivel):
 - Energía
 - Procesos Industriales
 - Uso de Solventes y Otros Productos
 - Agricultura
 - Cambio de Uso de los Suelos y Forestería
 - Residuos

1. SECTOR ENERGÍA Categorías y subcategorías

- A. Quema de combustibles
 - 1. Industrias de la energía
 - 2. Industrias manufactureras y de la construcción
 - 3. Transporte
 - 4. Otros sectores
 - 5. Otros
- B. Emisiones fugitivas
 - 2. Petróleo y gas natural
- *Ítem Memos (no contabilizables)*
 - 1. *Bunkers internacionales (aire, agua, tierra)*
 - 2. *Operaciones multilaterales*
 - 3. *Emisión de CO₂ de la biomasa*

2. SECTOR PROCESOS INDUSTRIALES Categorías y subcategorías

- A. Productos minerales
 - 1. Producción de cemento
 - 2. Producción de cal
 - 3. Uso de cal y dolomita
 - 4. Producción de soda
 - 5. Producción de asfalto
 - 6. Pavimentación con asfalto
 - 7. Otros
- B. Industria química
 - 1. Producción de amonio
 - 2. Producción de ácido nítrico
 - 3. Producción de ácido adípico
 - 4. Producción de carburo
 - 5. Otros

2. SECTOR PROCESOS INDUSTRIALES Categorías y subcategorías

- C. Producción metálica
 - 1. Producción de hierro y acero
 - 2. Producción de aleaciones férricas
 - 3. Producción de aluminio
 - 4. SF₆ usado en fundiciones de aluminio y magnesio
 - 5. Otros
- D. Otras producciones
 - 1. Celulosa y papel
 - 2. Alimentos y bebidas

2. SECTOR PROCESOS INDUSTRIALES

Categorías y subcategorías

- E. Producción de Halocarbonos y SF₆
 - Emisiones de sub-productos
 - Emisiones fugitivas
 - Otros
- F. Consumo de Halocarbonos y SF₆
 - Equipamiento para refrigeración y aire acondicionado
 - Espumas
 - Extintores de fuego
 - Inhaladores de aerosoles
 - Solventes
 - Otras aplicaciones usando sustitutos de SAOs
 - Equipamiento eléctrico
 - Otros
- G. Otros

3. SOLVENTES Y USO DE OTROS PRODUCTOS

Categorías y subcategorías

- A. Pinturas
- B. Desgrasadores y lavado en seco
- C. Productos químicos, manufactura y uso
- D. Otros
 - Uso de N₂O para anestesia
 - Uso de N₂O en extintores de fuego
 - Uso de N₂O en aerosoles
 - Otros usos del N₂O
 - Otros

4. SECTOR AGRICULTURA

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS

Solamente, emisión de gases no-CO₂: CH₄, N₂O, CO, NO_x, NMVOC

Emisiones de CO₂, compensadas por la fotosíntesis
(se informan pero no se contabilizan)

Alcance: emisiones antropogénicas, directas e indirectas

Emisiones no-energéticas: no debidas a aporte de energía sino que por procesos microbianos y combustión de biomasa

Datos anuales, conformados por el promedio de 3 años consecutivos

4. SECTOR AGRICULTURA

Categorías y subcategorías

- A. Fermentación entérica

Emisión de CH₄ de animales domésticos, rumiantes y no-rumiantes, debida a procesos gástricos

- 1. Bovinos
- 2. Búfalos
- 3. Ovinos
- 4. Caprinos
- 5. Camélidos y Llamas
- 6. Equinos
- 7. Mulass y Asnos
- 8. Porcinos
- 9. Aves (sin factor por defecto)
- 10. Otros (p.e., avestruces, ciervos, renos)

4. SECTOR AGRICULTURA

Categorías y subcategorías

- B. Gestión del Estiércol
Emisión de G.E.I. desde el estiércol mantenido bajo condiciones anaeróbicas (planteles confinados)
 - B.1. Emisión de CH₄
 - 1. Bovinos
 - 2. Búfalos
 - 3. Ovinos
 - 4. Caprinos
 - 5. Camélidos y Llamas
 - 6. Equinos
 - 7. Mulas y Asnos
 - 8. Porcinos
 - 9. Aves
 - 10. Otros

4. SECTOR AGRICULTURA

Categorías y subcategorías

- B.2. Emisión de N₂O
Emisión de N₂O del estiércol tratado en diferentes sistemas de tratamiento:
 - 1. Lagunas anaeróbicas
 - 2. Sistemas líquidos
 - 3. Almacenamiento en seco
 - 4. Otras

4. SECTOR AGRICULTURA

Categorías y subcategorías

- C. Cultivación del arroz
Emisión de CH₄ desde la superficie de suelos inundados debido a la descomposición anaeróbica de los detritos orgánicos
 - 1. Regado
 - 2. Regado por lluvia
 - 3. Agua profunda
 - 4. Otros
- FE básico, estimado para inundación permanente sin adición de enmiendas orgánicas
- Escalamiento de FE básico por prácticas agrícolas, cultivación múltiple, tipo de ecosistema, régimen hídrico, enmiendas orgánicas, otros

4. SECTOR AGRICULTURA

Categorías y subcategorías

- D. Suelos agrícolas
Emisión de N₂O desde la superficie de los suelos, debida a procesos microbianos
 - 1. Emisiones directas:
 - Fertilizantes
 - Estiércol animal aplicado a suelos
 - Cultivos fijadores de N
 - Residuos de cultivos aplicados suelos
 - Cultivo de histosoles
 - 2. Emisiones directas por animales en pastura
 - 3. Emisiones indirectas:
 - Deposición atmosférica
 - Lixiviación y escorrentía de N

4. SECTOR AGRICULTURA

Categorías y subcategorías

- **E. Quema prescrita de sabanas**
Emisión de gases no-CO₂ debida a la quema periódica de biomasa viva y muerta
- **F. Quema de residuos agrícolas**
Emisión de gases no-CO₂ debida a la quema de biomasa muerta
 - 1. Cereales
 - 2. Legumbres
 - 3. Tubérculos y raíces
 - 4. Caña de azúcar
 - 5. Plantaciones forestales

G. Otro

5. Sector LULUCF

Principales características

Único sector que contabiliza capturas de C de la atmósfera pero que también contabiliza emisiones de G.E.I.

Emisión de CO₂ y gases no-CO₂: desde diferentes fuentes (cosecha forestal, quema de biomasa, deforestación)

Captura de C: debida a fotosíntesis y expansión de biomasa

Cambios anuales de uso de los suelos: la parte más débil de los inventarios

Datos anuales conformado por el promedio de tres años consecutivos

5. Sector LULUCF

Categorías y sub-categorías

- **A. Cambios en el stock de biomasa forestal y de otros recursos leñosos:**
 - Captura de C, por Expansión de Biomasa:
 - Plantaciones forestales
 - Bosque nativo gestionado (diferentes tipos de bosques)
 - Árboles no-forestales (huertos frutales, cortinas, parques)
 - Árboles urbanos (áreas verdes, arborización urbana)
 - Emisión de C, por Cosecha Forestal:
 - Leña
 - Trozas

5. Sector LULUCF

Categorías y sub-categorías

- **B. Conversión de tierras forestales y de praderas:**
 - Emisión por habilitación de tierras agrícolas/praderas:
 - CO₂, por eliminación de la biomasa forestal aéreas (en año de ocurrencia) (descontando la fracción removida off-situ)
 - CH₄ y N₂O, por quema de biomasa forestal (en año de ocurrencia) (descontando la fracción removida off-situ)
 - CO₂, por mineralización de la hojarasca (por defecto, proceso toma 10 años)
 - CO₂, por mineralización de C orgánico del suelo (por defecto, proceso toma 20 años)

5. Sector LULUCF

Categorías y sub-categorías

- C. Abandono de tierras cultivadas (agrícolas, ganaderas, plantaciones forestales, otras) con regresión a la vegetación natural previa:
 - Captura anual de CO₂, debida a:
 - Expansión de la biomasa aérea
 - Incremento de C orgánico del suelo (por defecto, proceso toma 20 años)

5. Sector LULUCF

Categorías y sub-categorías

- D. Cambios en el C de los suelos:
 - Captura de CO₂, debida a:
 - suelos minerales gestionados con siembra directa
 - suelos minerales gestionados con agricultura orgánica
 - otros
 - Emisión de CO₂, debida a:
 - uso de cal agrícola (cal, dolomita)
 - cultivación de suelos orgánicos (histosoles)
 - suelos minerales gestionados por vía tradicional
 - otros

6. Sector Residuos

Categorías y sub-categorías

- A. CH₄ emitido desde sitios de disposición de residuos sólidos
 - 1. Sitios gestionados
 - 2. Sitios clandestinos
 - 3. Otros
- B. CH₄ emitido desde plantas de tratamiento de aguas residuales
 - 1. Residuos industriales líquidos
 - 2. Aguas servidas domiciliarias y comerciales
 - 3. Otras
- C. Incineración de residuos sólidos
- D. N₂O emitido por escorrentía de aguas servidas
- F. Otro

DATOS DE ACTIVIDAD REQUERIDOS

- Datos de actividad: valores que representan magnitudes de las actividades
- 2 tipos de datos de actividad: estadísticos y paramétricos
- Estadísticos: cifras colectadas por agencias ad-hoc y publicados regularmente:
nº de automóviles, población bovina, has cultivadas con arroz, has de plantaciones forestales
- Paramétricos o constantes: valores usados para convertir unidades:
relación C/N, fracción de biomasa quemada, tasa de oxidación, tasa de mineralización, C en la biomasa

MÉTODOS SEGÚN GUÍAS 1996 NIVELES DESCRITOS

- Emisiones/capturas, concebidas según una relación lineal simple de $A = B \times C$
siendo A: estimado de emisión/captura
B: dato(s) de actividad
C: factor de emisión
- Factor de Emisión (FE): tasa de emisión de un G.E.I. para una actividad dada: fermentación entérica en bovinos, N aplicado como fertilizante al suelo, CH₄ emitido por m² de suelo anegado

MÉTODOS SEGÚN GUÍAS 1996 NIVELES DESCRITOS

- Ecuación básica:
Emisión = (DAe x DAp x FE) Gg gas/año
- Tier 1:
opción 1: Em = (DAe x DAp x FE) ^{por defecto}
opción 2: Em = DAe x (DAp x FE) ^{por defecto}
- Tier 2:
opción 1: Em = (DAe x DAp) ^{por defecto} x FE ^{pais-especifico}
opción 2: Em = (DAe x DAp x FE) ^{pais-especifico}
- Tier 3: método de estimación propio del país, generalmente modelos, censos, monitoreos, encuestas

MÉTODOS SEGÚN GUÍAS 1996 NIVELES DESCRITOS

- Opciones intermedias:
 - Tier 1b: similar a Tier 1, con desagregación de la actividad por:
 - región del país
 - tipo de fertilizante
 - por tipo de cultivo
 - por tipo de sabana
 - otro factor

CUADRO RESUMEN: GASES

CATEGORÍA	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO	NO _x	NM VOC	SO ₂
FERMENTACIÓN ENTÉRICA		X					
GESTIÓN DEL ESTIÉRCOL		X	X				
SUELOS AGRÍCOLAS (CULTIVADOS)		X ¹	X				
QUEMA DE RESIDUOS DE CULTIVOS	X ²	X	X	X	X	X	X ³
QUEMA PRESCRITA DE SABANAS	X ²	X	X	X	X	X	X ³
CULTIVACIÓN DEL ARROZ		X					

¹ No hay método IPCC por defecto

² Se informa pero no se contabiliza

³ Emitido pero no considerado, por o ser G.E.I.

GUÍA 2000 DE BUENAS PRÁCTICAS Y GESTIÓN DE LA INCERTIDUMBRE

MEDICIÓN DE LA INCERTIDUMBRE

- Guías BP-2000 complementan las Guías revisadas en 1996
- Incluye temas transversales para asegurar la satisfacción de requisitos de calidad
- Requisitos de calidad son obligatorios para países Anexo-I y recomendables para países no-Anexo I

REQUISITOS DE CALIDAD

- Inventarios de G.E.I. permitirán evaluar si un país Anexo I cumplió o no con sus compromisos ante el Protocolo de Kyoto
- Por tanto, deben ser precisos y confiables
- Para ello, los inventarios de GEI deben cumplir con los requisitos de:
 - Transparencia
 - Exactitud
 - Exhaustividad
 - Consistencia
 - Comparabilidad

REQUISITOS DE CALIDAD

- **Transparencia:** supuestos, metodologías y factores de emisión deben estar claramente explicados de manera de facilitar la repetición y evaluación
- **Consistencia:** inventarios deben ser internamente consistentes:
 - en todos los elementos, para una misma categoría,
 - en los datos de actividad, para una misma actividada lo largo de la serie temporal

REQUISITOS DE CALIDAD

- **Comparabilidad:** estimados de emisiones/capturas comparables entre países, debido al uso de metodologías similares
- **Exhaustividad:** inventario nacional debe incluir:
 - todas las fuentes de emisión y de captura, y
 - todos los gases invernadero, para la totalidad del territorio nacional

REQUISITOS DE CALIDAD

- **Exactitud:** dos acepciones:
 1. medida relativa de la precisión de los estimados de emisión/captura: estimados ni sobre ni bajo los verdaderos valores, en la medida de lo posible
 2. incertidumbres son reducidas en lo posible, mediante la aplicación de metodologías apropiadas, de acuerdo a las Guías Metodológicas 1996 y de Buenas Prácticas 2000 y 2003

AVANCES DE LAS GUÍAS BP-2000

- Categoría de emisión principal y Sub-categoría significativa
- Incertidumbre
- Árbol de toma de decisiones
- QA/QC

AVANCES DE LAS GUÍAS BP-2000

- En cuanto a categorías vinculadas a la ganadería
- Mejor desarrollo del método nivel 2 (generación de FEs país/específicos)
- Establece la necesidad de caracterización única de las especies animales

AVANCES DE LAS GUÍAS BP-2000

- **Categoría de emisión principal:** categoría priorizada en el inventario nacional de G.E.I., debido a una influencia significativa sobre el total nacional de emisiones
- En la práctica, la que contribuye con un 1% o más de las emisiones nacionales y pertenece al conjunto de categorías que conforman el 95% superior de las emisiones nacionales

CATEGORÍAS PRINCIPALES DE AGRICULTURA

- Según datos de la CMNUCC:
 - Fermentación entérica (CH_4) 100% (bovinos)
 - Suelos agrícolas (N_2O directo) 94% (fertilizantes)
 - Suelos agrícolas (N_2O indirecto) 60%
 - Manejo del estiércol (CH_4) 40% (porcinos)
 - Manejo del estiércol (N_2O) 38% (porcinos)
 - Cultivación del arroz, quema de residuos, quema de sabanas < 10%

AVANCES DE LAS GUÍAS BP-2000

- **Sub-categoría significativa:** aquella que contribuye de manera significativa a las emisiones de la categoría
- En la práctica, aquella que contribuye con el 25% o más de las emisiones de la categoría

AVANCES DE LAS GUÍAS BP-2000

- **Árbol de toma de decisión:**
carta de flujo que describe -ordenada y secuencialmente- los pasos específicos a ser seguidos para desarrollar un inventario o un componente de este, de acuerdo a las buenas prácticas

BBPP Y GESTIÓN DE LA INCERTIDUMBRE

- **Es buena práctica:**
 - hacer lo posible por reflejar las circunstancias nacionales, por lo cual:
 - preferir el uso de métodos país-específicos
 - aplicar factores de emisión y datos de actividad país-específicos
 - contar con factores de emisión por cada unidad ambiental del país
 - usar datos de actividad:
 - sistemática y regularmente publicados (DAe)
 - parámetros experimentalmente determinados (DAp)

AVANCES DE LAS GUÍAS BP-2000

- **Es buena práctica:**
 - aplicar, a lo menos, el método nivel 2 a las categorías de emisión principales
 - idealmente, aplicar método nivel 3
 - ante subcategorías múltiples, aplicar Tier 2 o 3 solo a las subcategorías significativas
- **¿Como determinar categorías principales y subcategorías significativas?**
 - elaborando todo el inventario con métodos nivel 1
 - usando el inventario del año anterior
- Ello permite el mejor uso de los recursos humanos y financieros disponibles

AVANCES DE LAS GUÍAS BP-2000

- Es buena práctica aplicar los métodos nivel 3 en forma transparente
- Ello significa el uso de métodos/valores publicados:
 - en revistas internacionales con comité editorial
 - en revistas nacionales con comité editorial
 - en informes técnicos internos
 - descritos detalladamente

FACTORES DE EMISIÓN

- Desarrollo costoso y complejo
- Pocos países no-Anexo I han invertido en desarrollar F.E. país-específicos (Brasil, Uruguay, México, Chile)
- La gran mayoría de los países no-Anexo I usan F.E., y DAp por defecto
- Es buena práctica preferir F.E. que reflejen las condiciones nacionales/regionales

Table of Contents

CONTENTS

ACKNOWLEDGMENT	iv
PREFACE	v
Basic Information	vi
CHAPTERS	
1. Introduction	1.1
2. Energy	2.1
3. Industrial Processes	3.1
4. Agriculture	4.1
5. Waste	5.1
6. Quantifying Uncertainty in Practice	6.1
7. Methodological Choice and Reconciliation	7.1
8. Quality Assurance and Quality Control	8.1
ANNEXES	
Annex 1. Conceptual Basis for Uncertainty Analysis	A1.1
Annex 2. Verification	A2.1
Annex 3. Glossary	A3.1
Annex 4. List of Participants	A4.1

GUÍA 2003 DE
BUENAS
PRÁCTICAS
PARA EL
SECTOR
LULUCF

5. SECTOR LULUCF ASPECTOS RELEVANTES

- Transforma el sector LUCF a LULUCF
- Crea matriz de cambios de uso de los suelos
- Orienta acerca de cómo identificar cambios de uso de los suelos
- Explicita los bancos de C contabilizables

5. SECTOR LULUCF Categorías y subcategorías

Usos y
cambios de uso
de los suelos

- **A. Tierras forestales TF**
 - TF que permanecen como TF (plantaciones forestales, bosque nativo manejado)
 - Tierras convertidas en TF (abandonadas, forestación)
- **B. Tierras cultivadas TC**
 - TC que permanecen como TC
 - Tierras convertidas en TC (deforestación)
- **C. Tierras de praderas TP**
 - TP que permanecen como TP
 - Tierras convertidas en TP (deforestación)
- **D. Humedales H**
 - H que permanecen como H
 - Tierras convertidas de W
- **E. Asentamientos humanos AH**
 - AH que permanecen como AHL
 - Tierras convertidas en AHL
- **F. Otras tierras OT**
 - OT que permanecen como OT
 - Tierras convertidas en OT
- **G. Otras**

BANCOS DE CARBONO

- **A. Sobre la superficie del suelo**
 - Biomasa viva (troncos, ramas, hojas)
 - Necromasa:
 - troncos en pié
 - hojarasca
- **B. Bajo la superficie del suelo**
 - Biomasa viva:
 - Raíces
 - microflora y fauna
 - Carbono orgánico del suelo

BANCOS DE CARBONO

- Método nivel 1: solo contabilizar la biomasa aérea
- Cambios en bancos de C en tierras que no experimentan cambios de uso:
 - biomasa leñosa en tierras cultivadas
 - C orgánico de los suelos

CAMINOS PARA DETERMINAR CAMBIOS DE USO DE SUELOS ENTRE TIEMPOS T1 Y T2

- Tres opciones
- Opción 1: área total por uso del suelo, entre dos tiempos distintos; no aporta información detallada sobre cambios entre categorías ni es espacialmente explícita
- Opción 2: área total por uso del suelo, entre dos tiempos distintos, a un nivel territorial más detallado (p.e., provincia, región, estado)
- Opción 3: aplica una base espacial a la opción 2

CAMINOS PARA DETERMINAR CAMBIOS DE USO DE SUELOS ENTRE TIEMPOS T1 Y T2

- Categoría de emisión principal cambia a categoría principal
- Se considera, ahora, tanto la emisión como la captura

GUÍAS METODOLÓGICAS IPCC 2007

Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático

Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero

Elaborado por Simona Eggleston, Leticia Brando, Evelyn Méndez, Todd Wigton y Kiyoto Tsuboi



Programa de inventarios nacionales de gases de efecto invernadero del IPCC

IGES

AVANCES

- Fusión de los sectores "Procesos Industriales" y "Solventes y uso de otros Productos" en "Procesos Industriales y Uso de Otros Productos" (IPPU)
- Fusión de los sectores "Agricultura" y "LULUCF" en "Agricultura, Uso de Suelos y Forestería" (AFOLU)
- Contabilización de emisiones indirectas de N₂O desde estiércol apilado (Categoría 2.B(b))

AVANCES

- El acuerdo, a nivel de la CMNUCC (UNFCCC), es que los países Anexo-I apliquen las Guías revisadas 1996 y las Guías de BP 2000
- La aplicación de las Guías de BP 2003 es opcional, aunque la gran mayoría las ha incorporado
- Algunos países no-Anexo I están aplicando las Guías 2006 para sus CCNN

CONCLUSIÓN

- Los inventarios de G.E.I. son la única herramienta por la cual se medirá el cumplimiento de compromisos asumidos ante la Humanidad (PK)
- Por tanto, las metodologías de elaboración deben ser confiables y, si aplicadas adecuadamente, conducir a resultados completos y precisos

¡MUCHAS GRACIAS POR
VUESTRA PACIENCIA!

¡LOS FELICITO!