

LA CARBONO NEUTRALIDAD EN COSTA RICA



Ing Forestal. Xinia Brenes Arce

OBJETIVOS

- ❖ Mostrar la fijación de carbono como un beneficio de los bosques secundarios y plantaciones forestales.
- ❖ Compartir la metodología para el cálculo de Carbono removido
- ❖ Dar a conocer el proceso que debe seguir una organización para optar por La Carbono Neutralidad

Los bosques así como las plantaciones forestales tienen gran influencia sobre el cambio climático, principalmente por su capacidad de alterar el nivel de dióxido de carbono presente en la atmósfera y este queda almacenado en la madera, las hojas y el suelo, siendo considerados " Sumideros y Reservorios de Carbono "





FIJACIÓN O SECUESTRO DE CARBONO

Proceso bioquímico mediante el cual el CO_2 atmosférico es absorbido y fijado por la biomasa vegetal como resultado del proceso de la fotosíntesis.

BIOMASA

...Se refiere a la biomasa forestal, constituida por las hojas, ramas, troncos y raíces de los árboles y arbustos en un sistema forestal, ya sea un bosque natural, una plantación o en un sistema agroforestal, los que transforman la Energía radiante del sol en energía química a través del proceso de la fotosíntesis, y fijan CO₂ de la atmósfera .

Como Medir Biomasa y Carbono Fijado

Para determinar la biomasa de una plantación forestal o un bosque.

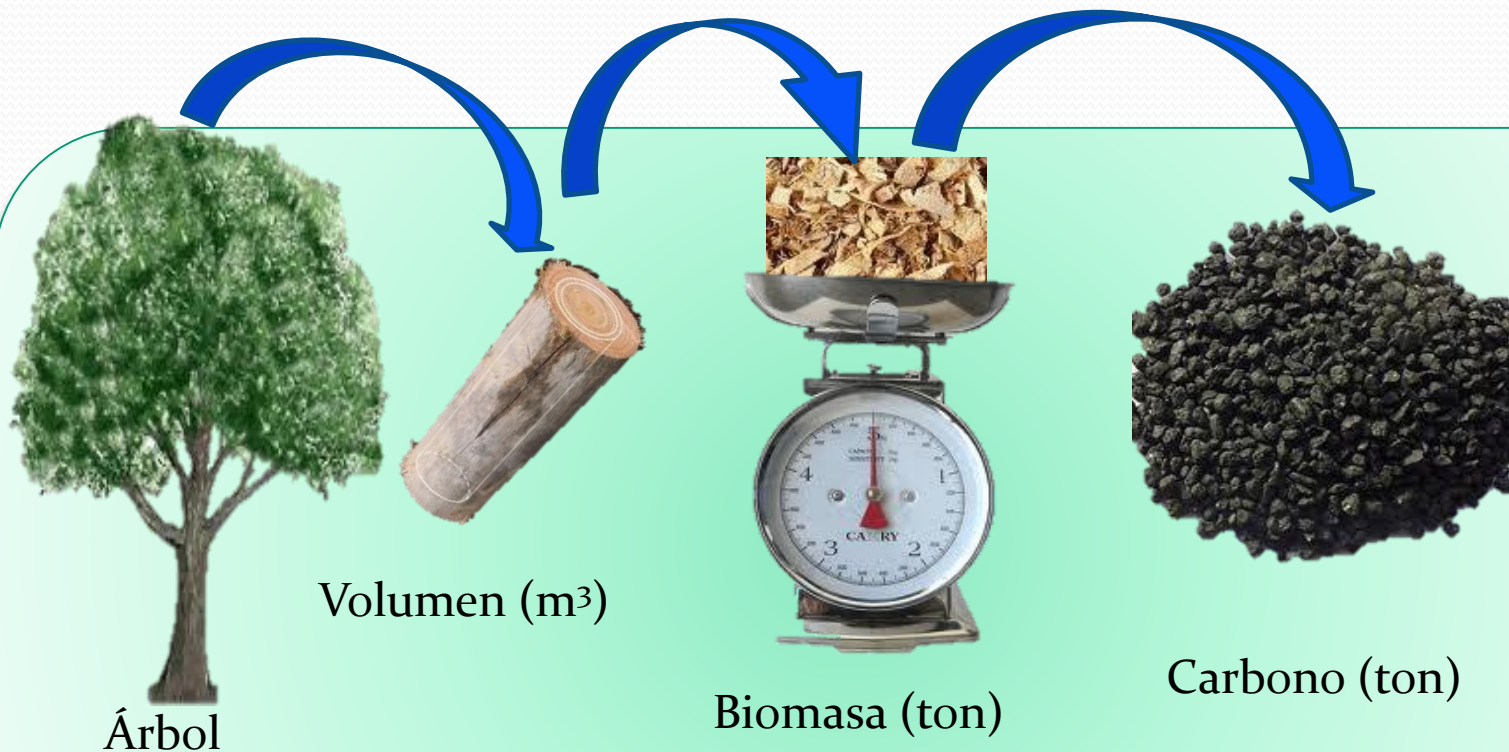
❖ **Método destructivo** más simple consiste en cortar los árboles en una parcela de área conocida y pesar la biomasa de los fustes, ramas y hojas directamente, determinando posteriormente su peso seco.

- ❖ **Métodos indirectos:**
- Determinación del volumen del árbol
 - Uso de sensores remotos/SIG
 - LiDar (Infrarrojos tridimensional)



Como Medir Biomasa y Carbono Fijado

Determinación de Volumen → Biomasa → CO₂ por Árbol



Como Medir Biomasa y Carbono Fijado

Variables

▪ Diámetro

Se Mide

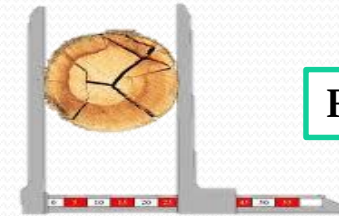


1,30m del suelo
(DAP)

Instrumentos



Cinta
diamétrica



Forcípula



Área basal
=
Área del círculo

$$d^2 * \pi/4$$

Como Medir Biomasa y Carbono Fijado

▪ **Altura Total**

Se Estima

Vara Graduada

Instrumentos

Clinómetro



Método Trigonométrico

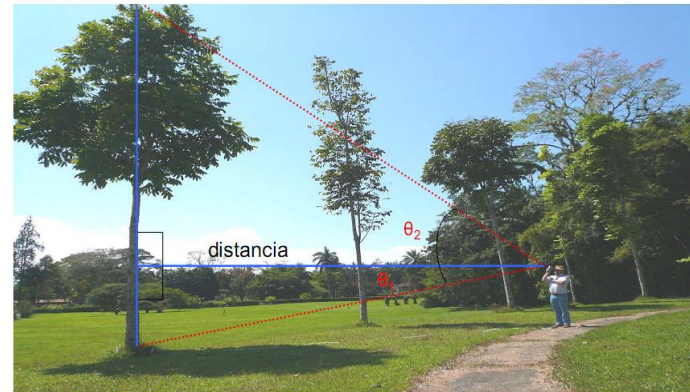
Hipsómetro



Altura Total (m)

Estimación de alturas de leñosas perennes

Altura total: uso de clinómetro y cinta métrica



$$h = \frac{(\theta_2 - \theta_1)}{100} \times D$$

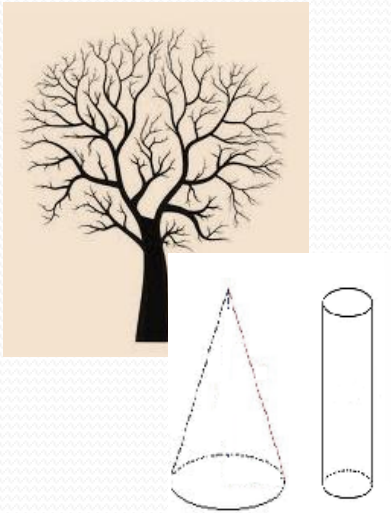
h: Altura total (m)
 θ_1 : Pendiente a la base (%)
 θ_2 : Pendiente al ápice (%)
D: Distancia (m)

Como Medir Biomasa y Carbono Fijado

$$\text{Biomasa} = (d^2 * \pi/4) * ff * h * Pe * F_{EBA} * F_{EBS}$$

área basal

Factor de Forma (ff)



Factor de Expansión de Biomasa (FEB)

FEB que varían de 1.2 hasta 2.5 dependiendo de la especie, la edad y el dap promedio del rodal (Husch 2001).

aérea



raíces

Como Medir Biomasa y Carbono Fijado

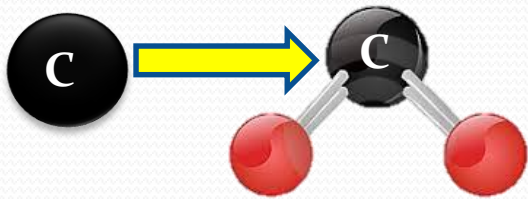
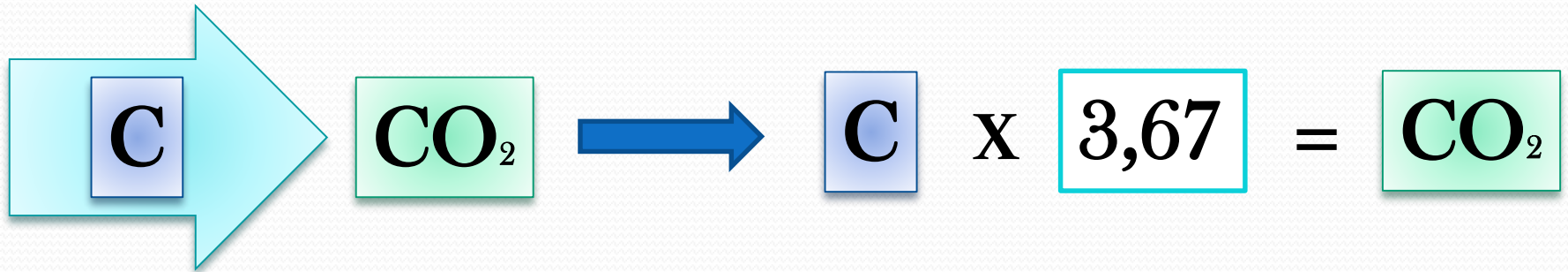


Fracción de Carbono
(FC)



50% del peso seco es Carbono

Como Medir Biomasa y Carbono Fijado



Peso Molecular

C=12

Por lo tanto

O=16

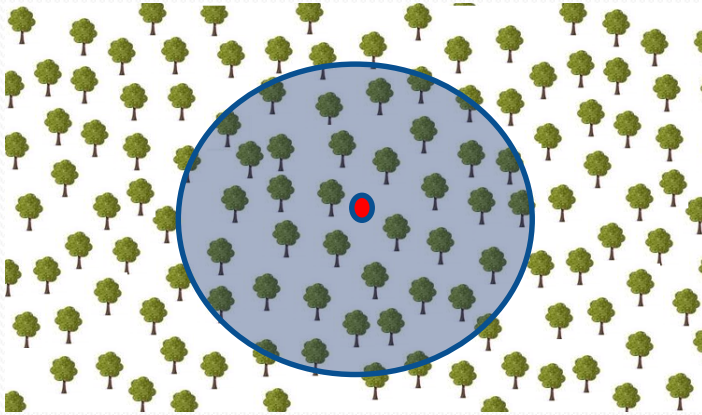
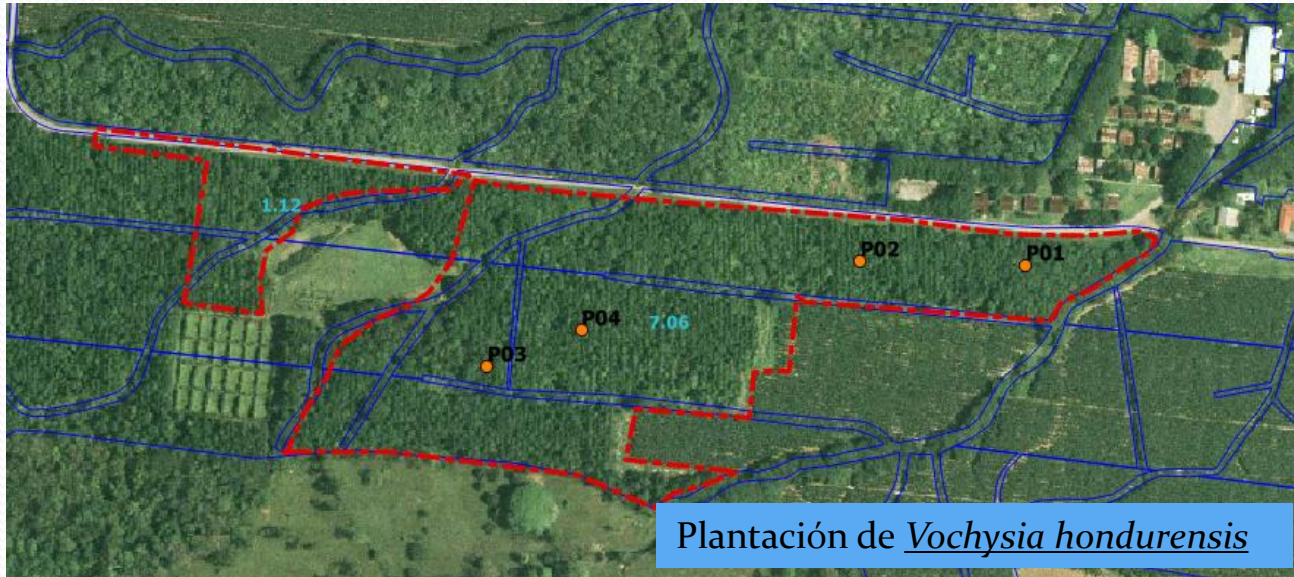
C=12

CO₂ = 12 + (16 * 2) = 44

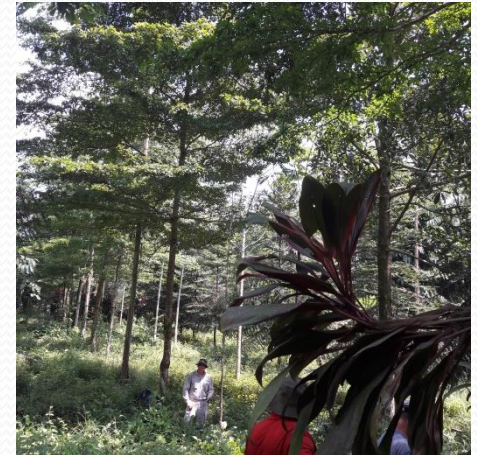
1 ton C en biomasa = 3,67 ton CO₂

44/12 = 3,67

Como Medir Biomasa y Carbono Fijado



Parcelas circulares con un radio de 12,6 m, para un área de 500 m²



Formula para Calculo de CO_{2e}

$$\left[\underbrace{(d^2 * \pi/4 * ff * h * Pe * F_{EBA} * F_{EBS} * 0,5)}_C \right] * 3,67 = CO_{2e}$$

d = diámetro en metros

ff = factor de forma

h = altura en metros

Pe = peso específico de la madera (0.5)

F_{EBA} = factor de expansión de la biomasa aérea (1.2)

F_{EBS} = factor de expansión de la biomasa subterránea

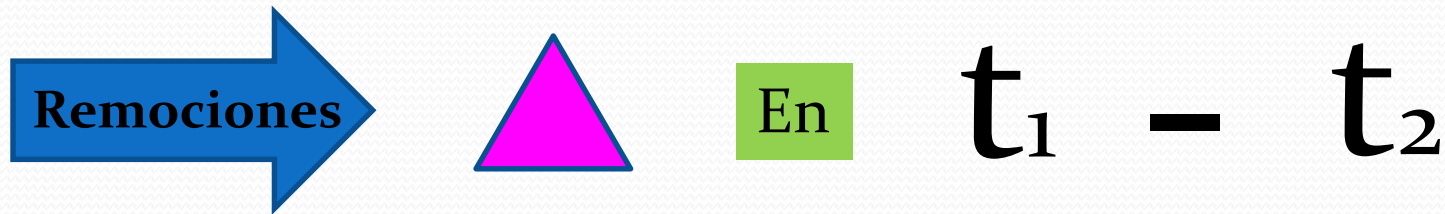
0,5 = fracción de carbono

3.67 = conversión de C a CO₂


Como Medir Biomasa y Carbono Fijado

Parcela 1																
Área 0.05 Ha																
Árbol	Especie	DAP cm	DAP m	d ² (m)	$\pi/4$	Area basal (m)	FF	h (m)	Volumen (m ³)	Pe (t/m ³)	F EBA	F EBS	Fraccion/c	Fracción/CO ₂	C	CO ₂ T
1	Chanco	49	0,49	0,2401	0,785	0,18848	0,5	10	0,9424	0,34	1,2	1,2	0,5	3,67	0,230698	0,84666
2	Chanco	49	0,49	0,2401	0,785	0,18848	0,5	11	1,0366	0,34	1,2	1,2	0,5	3,67	0,253767	0,93133
3	Chanco	29	0,29	0,0841	0,785	0,06602	0,5	11	0,3631	0,34	1,2	1,2	0,5	3,67	0,088887	0,32622
4	Chanco	33	0,33	0,1089	0,785	0,08549	0,5	11	0,4702	0,34	1,2	1,2	0,5	3,67	0,115099	0,42241
5	Chanco	24	0,24	0,0576	0,785	0,04522	0,5	11	0,2487	0,34	1,2	1,2	0,5	3,67	0,060879	0,22343
6	Chanco	26	0,26	0,0676	0,785	0,05307	0,5	11	0,2919	0,34	1,2	1,2	0,5	3,67	0,071448	0,26221
7	Chanco	25	0,25	0,0625	0,785	0,04906	0,5	11	0,2698	0,34	1,2	1,2	0,5	3,67	0,066058	0,24243
8	Chanco	34	0,34	0,1156	0,785	0,09075	0,5	11	0,4991	0,34	1,2	1,2	0,5	3,67	0,122180	0,44840
9	Chanco	25	0,25	0,0625	0,785	0,04906	0,5	11	0,2698	0,34	1,2	1,2	0,5	3,67	0,066058	0,24243
10	Chanco	30	0,3	0,09	0,785	0,07065	0,5	11	0,3886	0,34	1,2	1,2	0,5	3,67	0,095123	0,34910
11	Chanco	28	0,28	0,0784	0,785	0,06154	0,5	11	0,3385	0,34	1,2	1,2	0,5	3,67	0,082863	0,30411
12	Chanco	21	0,21	0,0441	0,785	0,03462	0,5	11	0,1904	0,34	1,2	1,2	0,5	3,67	0,046610	0,17106
13	Chanco	33	0,33	0,1089	0,785	0,08549	0,5	11	0,4702	0,34	1,2	1,2	0,5	3,67	0,115099	0,42241
14	Chanco	28	0,28	0,0784	0,785	0,06154	0,5	11	0,3385	0,34	1,2	1,2	0,5	3,67	0,082863	0,30411
15	Chanco	48	0,48	0,2304	0,785	0,18086	0,5	11	0,9948	0,34	1,2	1,2	0,5	3,67	0,243515	0,89370
16	Chanco	34	0,34	0,1156	0,785	0,09075	0,5	11	0,4991	0,34	1,2	1,2	0,5	3,67	0,122180	0,44840
17	Chanco	26	0,26	0,0676	0,785	0,05307	0,5	11	0,2919	0,34	1,2	1,2	0,5	3,67	0,071448	0,26221
18	Chanco	20	0,2	0,04	0,785	0,03140	0,5	11	0,1727	0,34	1,2	1,2	0,5	3,67	0,042277	0,15516
19	Chanco	15	0,15	0,0225	0,785	0,01766	0,5	11	0,0971	0,34	1,2	1,2	0,5	3,67	0,023781	0,08728
20	Chanco	36	0,36	0,1296	0,785	0,10174	0,5	11	0,5595	0,34	1,2	1,2	0,5	3,67	0,136977	0,50271
21	Chanco	36	0,36	0,1296	0,785	0,10174	0,5	11	0,5595	0,34	1,2	1,2	0,5	3,67	0,136977	0,50271
22	Chanco	30	0,3	0,09	0,785	0,07065	0,5	11	0,3886	0,34	1,2	1,2	0,5	3,67	0,095123	0,34910
23	Chanco	24	0,24	0,0576	0,785	0,04522	0,5	11	0,2487	0,34	1,2	1,2	0,5	3,67	0,060879	0,22343
24	Chanco	28	0,28	0,0784	0,785	0,06154	0,5	11	0,3385	0,34	1,2	1,2	0,5	3,67	0,082863	0,30411
25	Chanco	33	0,33	0,1089	0,785	0,08549	0,5	11	0,4702	0,34	1,2	1,2	0,5	3,67	0,115099	0,42241
26	Chanco	37	0,37	0,1369	0,785	0,10747	0,5	11	0,5911	0,34	1,2	1,2	0,5	3,67	0,144693	0,53102
27	Chanco	29	0,29	0,0841	0,785	0,06602	0,5	11	0,3631	0,34	1,2	1,2	0,5	3,67	0,088887	0,32622
28	Chanco	31	0,31	0,0961	0,785	0,07544	0,5	11	0,4149	0,34	1,2	1,2	0,5	3,67	0,101570	0,37276
29	Chanco	35	0,35	0,1225	0,785	0,09616	0,5	11	0,5289	0,34	1,2	1,2	0,5	3,67	0,129473	0,47517
30	Chanco	32	0,32	0,1024	0,785	0,08038	0,5	11	0,4421	0,34	1,2	1,2	0,5	3,67	0,108229	0,39720
31	Chanco	29	0,29	0,0841	0,785	0,06602	0,5	11	0,3631	0,34	1,2	1,2	0,5	3,67	0,088887	0,32622
32	Chanco	42	0,42	0,1764	0,785	0,13847	0,5	11	0,7616	0,34	1,2	1,2	0,5	3,67	0,186441	0,68424

Como Medir Biomasa y Carbono Fijado



t_1  Fecha primera medición. (año base)

t_2  Fecha segunda medición, en años

$$IR_{CO_2} = \frac{44}{12} \times \left(\frac{C_{t_1} - C_{t_2}}{t_1 - t_2} \right)$$

 Incremento de Remociones

C_{t_1} : carbono 2016
 C_{t_2} : carbono 2017
 t_1 : 2016
 T_2 : 2017

Año base: periodo histórico especificado, para propósitos de comparar emisiones o remociones de GEI u otra información relacionada con los GEI en un periodo de tiempo. ISO 14064-1

Inventario de Emisiones por parte de las Organizaciones

ORGANIZACIÓN

- ❖ Compañía, corporación, firma, empresa, autoridad o institución, o parte o combinación de ellas, sean o no sociedades, pública o privada, que tiene su propias funciones y administración.

La Organización quiere optar por la Carbono Neutralidad

Formación de Equipo

- ❖ Responsabilidades
- ❖ Sistema de Gestión GEI
- ❖ Registros y Documentos
- ❖ Disponibilidad de Recursos
- ❖ Dominio del Tema

Inventario de GEI Norma ISO 14064-1

- ❖ Se debe realizar por la organización (competencia y sensibilización)
- ❖ Requiere de aprobación por la alta gerencia
- ❖ Requiere definir los límites de la organización según sus procesos productivos.
- ❖ Tener acceso a la contabilidad anual de consumo de Combustibles y otros tipos de energía

Inventario de Emisiones por parte de las Organizaciones

Emisiones al aire

Las emisiones al aire realizadas por una organización pueden provenir directamente de las actividades e instalaciones de una organización, o ser ocasionadas indirectamente por el uso de fuentes de energía.



Inventario de Emisiones por parte de las Organizaciones

ISO 14064-1
Diseño y desarrollo
del inventario de GEI
de la organización

Gases de efecto invernadero-Parte 1:
especificación con orientación, a nivel de las
organizaciones, para la cuantificación y el
informe de las emisiones y remociones de
gases de efecto invernadero.

ISO 14064-2
Diseño e
implementación de
los proyectos GEI

Gases de efecto invernadero - Parte 2:
especificación con orientación, a nivel de
proyecto, para la cuantificación y el informe
de la reducción de emisiones o el aumento en
las remociones de gases de efecto invernadero.

NORMAS

ISO 14064-3
Proceso de Verificación
Proceso de Validación y
Verificación

Gases de efecto invernadero- Parte 3:
especificación con orientación para la
validación y la verificación de declaraciones
sobre gases de efecto invernadero.

ISO 14065
Requisitos para
organismos de
validación y verificación

Gases de efecto invernadero-Requisitos para
los organismos que realizan la validación y la
verificación de los gases de efecto invernadero.

Inventario de Emisiones por parte de las Organizaciones

Inventario de
GEI

Gases de Efecto
Invernadero

Componente gaseoso de la atmósfera, tanto natural como antropogénico, que absorbe y emite radiación a longitudes de onda específicas.

Según Protocolo de Kyoto

Algunos:

Naturales:

- Dióxido de Carbono (CO₂)
- Metano (CH₄)
- Óxido Nitroso (N₂O)

Antropogénicas:

- Hidrofluorocarbonos (HFC)
- Perfluorocarbonos (PFC)
- Hexafluoruro de azufre (SF₆)

Directas (Controladas por la organización) :
Combustibles fósiles,

Indirectas (emisiones de GEI que proviene de la generación de electricidad, calor o vapor de origen externo consumidos por la organización)

Otras Emisiones Indirectas (son consecuencia de las actividades de la organización , pero se originan en fuentes de GEI que pertenecen o son controladas por otras organizaciones).

Ejm: transporte de productos, materiales, personas o residuos por otra organización.

+ Emisiones Netas: tCO₂

Inventario de Emisiones por parte de las Organizaciones

Factores de emisión gases efecto invernadero



Sexta edición
2016



Sector energía Metano

Fuente/Combustible	Factor de emisión g CH ₄ /L Combustible	Incertidumbre	
		Inferior	Superior
Generación electricidad/Diesel	0.122	71%	191%
Generación electricidad/Bunker	0.138	78%	191%
Manufactura y construcción/ Gasolina	0.111	71%	190%
Manufactura y construcción/ Diesel	0.122	71%	191%
Manufactura y construcción/ Bunker	0.138	78%	191%
Manufactura y construcción/LPG	0.027	72%	179%
Comercial e institucional/ Gasolina	0.346	72%	179%
Comercial e institucional/Diesel	0.382	71%	177%
Comercial e institucional/Bunker	0.433	72%	177%
Comercial e institucional/LPG	0.139	72%	179%
Residencial y agrícola/Gasolina	0.346	72%	179%
Residencial y agrícola/Diesel	0.382	71%	177%
Residencial y agrícola/Bunker	0.433	72%	177%
Residencial y agrícola/LPG	0.139	72%	179%
Transporte terrestre/gasolina/sin catalizador	1.176	74%	201%
Transporte terrestre/gasolina/ con catalizador	0.907	74%	204%
Transporte terrestre/diesel/sin catalizador	0.149	62%	126%
Transporte terrestre/LPG	1.5835	ND	ND

2



Sector energía Óxido nitroso

Fuente/Combustible	Factor de emisión g N ₂ O/L Combustible	Incertidumbre	
		Inferior	Superior
Generación electricidad/Diesel	0.02442	71%	190%
Generación electricidad/Bunker	0.02769	71%	190%
Manufactura y construcción/ Gasolina	0.02211	71%	190%
Manufactura y construcción/ Diesel	0.02442	71%	190%
Manufactura y construcción/ Bunker	0.02769	71%	190%
Manufactura y construcción/LPG	0.002745	72%	179%
Comercial e institucional/ Gasolina	0.02211	71%	190%
Comercial e institucional/Diesel	0.02442	71%	190%
Comercial e institucional/Bunker	0.02769	71%	190%
Comercial e institucional/LPG	0.002745	72%	179%
Residencial y agrícola/Diesel	0.02211	71%	190%
Residencial y agrícola/Gasolina	0.02442	71%	190%
Residencial y agrícola/Bunker	0.02769	71%	190%
Residencial y agrícola/LPG	0.002745	72%	179%
Transporte terrestre/gasolina/sin catalizador	0.116	48%	204%
Transporte terrestre/gasolina/ con catalizador	0.283	71%	173%
Transporte terrestre/diesel/sin catalizador	0.154	70%	175%
Transporte terrestre/LPG	0.0051	ND	ND

3



Factores de emisión de gases de efecto invernadero

A continuación se presentan factores de emisión de gases de efecto invernadero avalados por el Instituto Meteorológico Nacional para ser utilizados en los inventarios de gases de efecto invernadero.

Se incluyen los factores de emisión más comunes, si se requiere otro factor de emisión consultar directamente al Instituto Meteorológico Nacional.



Sector energía Dióxido de carbono

Combustible	Factor de emisión (kg CO ₂ /L combustible)	Incertidumbre	
		Límite inferior	Límite superior
Gasolina	2.251	4.59%	5.89%
Diesel	2.613	3.12%	3.19%
Bunker	3.101	3.57%	3.65%
Queroseno	2.541	3.83%	4.10%
LPG	1.611	8.41%	9.18%
Gasolina de avión	2.227	7.94%	13.50%
Jet fuel	2.505	4.68%	5.32%

1



Sector energía Uso de electricidad

El factor de emisión en el sector electricidad varía anualmente, los factores para los últimos seis años se indican a continuación:

Año	Factor de emisión kg CO ₂ /g kWh
2015	0.0581
2014	0.1170
2013	0.1300
2012	0.0771
2011	0.0824
2010	0.0570



Sector procesos industriales y uso de productos

Fuente	Factor de emisión	Incertidumbres	
		Límite inferior	Límite superior
Cemento	0.5501 kg CO ₂ /kg clínker	8.12%	8.12%
Cal	0.785 kg CO ₂ /kg cal	8.06%	8.06%
Vidrio	0.21 kg CO ₂ /kg vidrio	10.44%	10.44%
Uso de lubricantes	0.5101 kg CO ₂ /L de lubricante*	ND	ND

* El dióxido de carbono emitido por el uso de lubricantes no se incluye en los inventarios de gases de efecto invernadero.

4

Factores de emisión gases efecto invernadero



Sexta edición
2016



Sector agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra

Cultivo de arroz

Régimen de cultivo	Factor de emisión kg CH ₄ /ha / día*
Inundado	4,94

* Ganancia en un ciclo de cultivo de 120 días

Sector agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra

Ganadería
a) Proceso digestivo
Ganado vacuno

Tipo	Carne	Leche	Doble propósito
kg CH ₄ /cabeza/año			
Terneros	19,48	20,00	16,81
Hembras en crecimiento	63,61	48,69	41,91
Machos en crecimiento	66,25	—	70,16
Hembra adulta	85,80	85,00	85,87
Macho adulto	111,70	111,70	111,70

5

Sector agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra

Otras especies

Especie	Factor de emisión kg CH ₄ /cabeza/año
Búfalos	55
Ovejas	5
Cabras	5
Caballos	18
Cerdos	1

Sector agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra

Sector Procesos Industriales
b) Manejo de estiércol

Especie	Factor de emisión kg CH ₄ /cabeza/año
Ganado	1,0
Caballos	1,64
Cabras	0,17
Cerdos	1,0
Aves de corral	0,02

6

Sector agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra

Suelos agrícolas

Cultivo	Factor de emisión kg N ₂ O/ha/año
Caña de azúcar (123 kg N/ha)	4,81 ± 1,73
Café sin sombra (200 kg N/ha)	2,92 ± 0,13
Café con sombra	7,78
Banano (300 kg N/ha)	4,85 ± 0,52
Plátano	4,60
Cebolla	2,61
Papa	7,86
Pastos	
Estrella africana	4,94
Kikuyo (200 kg N/ha)	2,43 ± 0,05
Kikuyo sin fertilizar	1,22 ± 0,02
Ratana	3,55
Jaragua	5,33

*Nota: Para otros cultivos usar 2% del fertilizante nitrogenado aplicado.

7

Factores de emisión gases efecto invernadero



Sexta edición
2016



Potenciales de calentamiento global

Gas	Potencial de calentamiento Horizonte: 100 años
CO ₂	1
CH ₄	21
N ₂ O	310
HFC 134a	1.300
HFC 152a	140
R402a	2.447
R402b	2.150
R404a	3.280
R404B	3.260
R407c	1.528
R410a	1.725
R507	3.300
R508B	10.350
ISCEN MO49	2.230
SF ₆	23.900

10



Sector desechos Aguas residuales industriales

Tipo de tratamiento	Factor de emisión kg CH ₄ /kg DQO
Reactor anaeróbico	0,2
Laguna anaeróbica profunda	0,2
Laguna anaeróbica poco profunda	0,05
Descarga a ríos	0,025

9



Sector desechos Residuos sólidos

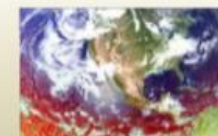
Tipo de tratamiento	Factor de emisión	
	CH ₄	N ₂ O
Relleno Sanitario	0,0581 kg CH ₄ /kg de desechos sólidos	—
Compost	4 g CH ₄ /kg desechos sólidos	0,3 g N ₂ O/kg desechos sólidos
Biodigestores	2 g CH ₄ /kg desechos sólidos	—



Sector desechos Aguas residuales domésticas

Tipo de tratamiento	Factor de emisión kg CH ₄ /persona/año
Lagunas	2,63
Tanques sépticos	4,38
Descarga a ríos	0,876

8



Potenciales de calentamiento global

Gas	Potencial de calentamiento Horizonte: 100 años
CO ₂	1
CH ₄	21
N ₂ O	310
HFC 134a	1.300
HFC 152a	140
R402a	2.447
R402b	2.150
R404a	3.280
R404B	3.260
R407c	1.528
R410a	1.725
R507	3.300
R508B	10.350
ISCEN MO49	2.230
SF ₆	23.900

10

Carbono Neutralidad

El concepto de “Carbono Neutro” se refiere a la práctica de balancear los equivalentes

$$\text{Emisiones} - \text{Reducción} - \text{Remoción y/o Compensación} = 0 \text{ Neutralidad}$$

Reducciones

La organización debe planear un proyecto de reducción con un objetivo claro y con una meta definida:
Ejemplo; reducir consumo de energía eléctrica mediante la implementación de paneles solares.

Compensación y/o Remociones

Remoción → Bosque
Acción de Remoción → Establecer una plantación
Compensación → Acción dirigida → Área de remoción no pertenece a la organización, o compra UCC a FONAFIFO.

Carbono Neutralidad

Una vez que la organización ha concluido el proceso y el informe de la auditoría interna es satisfactorio, procede a emitir la declaratoria sobre gases de efecto invernadero (Auditoría Interna)



VERIFICACIÓN
Externa /tercera parte (Ente VV)



Proceso sistemático, independiente y documentado para la evaluación de una declaración sobre GEI, frente a los criterios de verificación acordados. ISO 14064-1



DECLARATORIA DE VERIFICACIÓN



Del Sistema de Información de la Organización y sus Informes de E-Rr-Rm



CARBONO NEUTRALIDAD
(Ente acreditado)



CARBONO NEUTRAL

Reconocido por el Gobierno de Costa Rica



GRACIAS

Ing. Xinia Brenes Arce
xinia.brenes.arce@gmail.com