

# Gases y efecto invernadero

*Autores: Javier Trespalacios (Doctorante CEU / Madrid)*

*Claudia Blanquicett (Investigadora UniNorte) y Paulo Carrillo (Investigador SENA)*

El aumento de la población, ha generado un mayor consumo energético utilizándose agentes fósiles, los cuales han provocado el aumento de gases con efecto invernadero (GEI), en la atmosfera entre ellos el CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono).

## 1. El efecto invernadero

El efecto invernadero es un fenómeno que se compara con la captura térmica que produce un invernadero<sup>1</sup>; los gases en la atmosfera actúan como un cristal que retienen parte de la energía solar que debe salir; este fenómeno se divide en dos:

- Efecto invernadero natural: son por acciones de la naturaleza, como los volcanes, la evaporación de los océanos y otros; esta importante acción ayuda a mantener la temperatura adecuada de la tierra.
- Efecto invernadero antropogénico: es el provocado por las actividades del hombre, en la utilización de agentes fósiles como por ejemplo los que se utilizan para el transporte.

Podemos decir que el efecto invernadero antropogénico, es un adicional al efecto invernadero natural, también es importante mencionar que el efecto invernadero es un fenómeno natural importante para la vida en el planeta, si no existieran el efecto invernadero el planeta seria posiblemente 30°C más frio, tendríamos temperaturas de -19°C aproximadamente como temperatura global; en resumen, el efecto invernadero lo necesitamos pero controlado (Bolufer, 2012).

## 2. Gases efecto invernadero - GEI

Las actividades humanas, el uso y producción de energía por medio de recursos fósiles, han provocado el aumento en la atmosfera de los gases con efecto invernadero, quienes son también llamados GEI; tienen la propiedad de absorber y reemitir la radiación, devolviéndola a la superficie terrestre, causando el aumento de la temperatura del planeta, fenómeno denominado Efecto Invernadero.

En el marco de las Naciones Unidas, el protocolo de Kioto (Naciones Unidas , 1998) establece límites para seis GEI:

<sup>1</sup> Invernadero: *el vidrio de un invernadero similar a la atmósfera es transparente a la luz solar y opaca a la radiación terrestre, pero confina el aire a su interior, evitando que se pueda escapar el aire caliente. Por lo tanto, el proceso que hace que un invernadero se caliente, en resumen, no deja salir el aire caliente. En cambio, el fenómeno atmosférico se basa en un proceso distinto al de un invernadero donde un gas absorbe el calor por su estructura molecular.* (Cambio Climático Global, s.d.).

- Dióxido de carbono - CO<sub>2</sub>: es el responsable del 70% de los gases con efecto invernadero; este gas se produce por la combustión de petróleo, gas natural, carbón y otros agentes fósiles; se produce por ejemplo en la fabricación de cemento y el transporte.
- Metano - CH<sub>4</sub>: es el responsable del 20% de los GEI; este gas se produce por ejemplo por la quema de biomasa, la descomposición de desechos orgánicos y la ganadería.
- Óxido nitroso - N<sub>2</sub>O: es el responsable del 7% de los gases con efecto invernadero; se produce por ejemplo en los procesos industriales y la quema de biomasa.
- Hidrofluorocarbonos - HFC: es el responsable del 1% de los GEI; es un gas utilizado en los sistemas de climatización, productos aislantes y gas para aerosoles; no se producen de forma natural, han sido desarrollados por el hombre con fines industriales.
- Perfluorocarbonos - PFC: es el responsable del 1% de los GEI; en sistemas de climatización y para extinguidores de fuego; no se producen de forma natural, han sido desarrollados por el hombre con fines industriales.
- Hexafluoruro de azufre - SF<sub>6</sub>: es el responsable del 1% de los GEI; se utiliza para el aislamiento de líneas de alta tensión, producción de aluminio y ciertos componentes electrónicos; no se producen de forma natural, han sido desarrollados por el hombre con fines industriales.
- Vapor de agua: no está incluido en el protocolo de Kioto, pero es el que tiene más efecto invernadero, por su capacidad de retener el calor que emana la superficie de la tierra; lo anterior determina que el aumento de la humedad en la atmosfera amplifica el calentamiento producido por el CO<sub>2</sub>; el vapor de agua es considerado el mayor gas con efecto invernadero, son muy pocas las cantidades de vapor de agua que el hombre aporta a la atmosfera, pero el aire calentado producto del calentamiento global puede retener mucha más humedad (Comisión Europea) (Hansen, 2008).

En resumen, los anteriores gases tienen la capacidad de retener el reflejo de la energía solar que es reflejada por la tierra, los anteriores gases mencionados absorben y retienen este calor en la atmosfera.

### 3. La permanencia de los GEI

El tiempo para disipar o se degrade estos gases en la atmósfera es el siguiente:

Gas	Tiempo estancia en la atmosfera
Gas carbónico: CO <sub>2</sub>	Entre 100 - 150 años
Metano: CH <sub>4</sub>	12 años
Óxido nitroso: N <sub>2</sub> O	120 años

Tabla 1: tiempo que dura en la atmósfera<sup>2</sup> (Association Neuchâteloise en Matière d'Énergie) (IPCC)

La permanencia de los gases con efecto invernadero en la atmósfera debido a la actividad humana, han creado el desequilibrio entre la radiación solar entrante y la radiación que debe salir del planeta (reflejada por la tierra), al retenerla se causa el aumento de la temperatura global del planeta; vemos un ejemplo en la imagen 1:



Imagen 1: efecto invernadero (Association Neuchâteloise en Matière d'Énergie)

## Resumen

***“La actividad humana a provocado el uso masivo de recursos fósiles que emiten CO<sub>2</sub>, y que amenazan el equilibrio climático del planeta.”***

## Saber más:

1. **La atmósfera:** es una capa gaseosa que envuelve la tierra encargada de proteger la vida en el planeta; la atmósfera tiene tres funciones: 1. Evita temperaturas extremas; 2. Filtran y nos protegen de los rayos ultravioletas y de los meteoritos; 3. Tiene una composición del aire adecuada para la vida; la atmósfera tiene 5 capas:
  - **La troposfera,** comienza a ras del suelo, es la capa donde estamos los habitantes del planeta, tiene una altura que entre 12Km (Kilómetros) y 20Km aproximadamente (por ejemplo, 17Km en el Ecuador); es donde se generan los cambios meteorológicos; la temperatura del aire en la troposfera disminuye a medida que aumenta la altitud, en razón que el sol calienta la superficie terrestre, calentando la parte inferior de esta capa; el CO<sub>2</sub> se instala en esta capa (SINC, 2009).

<sup>2</sup> Este es el tiempo que transcurre, después que el 60% de la cantidad de una sustancia comience a degradarse.

- *La estratosfera*, se encuentra a 30Km, en esta capa no se puede vivir por las altas presiones y la falta de oxígeno; es importante mencionar que en esta capa esta la capa de ozono<sup>3</sup>; muchas aeronaves vuelan en esta capa por proporcionar una estabilidad.
- *La mesosfera*, se encuentra a una altura de 80Km.
- *La termosfera*, también llamada Ionosfera, es la capa donde vuelan los transbordadores espaciales; esta capa es conductora de electricidad facilita las transmisiones de radio y televisión por medio de ondas electromagnéticas; en ella se producen la destrucción de meteoritos; se encuentra a unos 400Km.
- *La exosfera*, su límite es de 10000Km, es la zona de transición entre la atmosfera y el espacio.



Imagen 2: capas de la atmosfera, sus alturas y sus temperaturas (Las capas de la atmosfera, 2016)

2. La diferencia entre cambio climático y agujero en la capa de ozono: estos fenómenos tienden a confundir, y se debe a que se producen los dos en la atmosfera; el agujero es causado por el CFC (clorofluorocarbonos), permite el paso de rayos ultravioletas y se presenta en ciertos sitios del planeta, el cambio climático es en todo el planeta.

<sup>3</sup> Capa de ozono: o la ozonosfera, tiene la importante tarea de absorber las radiaciones solares perjudiciales para los seres vivos.

3. Como se formaron los combustibles o agentes energéticos fósiles: los combustibles fósiles son los restos fosilizados de las plantas y animales muertos que se forman al largo de millones de años en determinadas condiciones, y por eso tienen una gran cantidad de carbono. En términos general, el carbono es el resto de los bosques enterrados, mientras que el petróleo es la vida vegetal oceánica transformada (Comisión Europea).
- **Petróleo:** nacen por el proceso de descomposición de millones de años de organismos marinos que se instalan entre 600 y 5000 metros; el petróleo ya refinado genera agentes energéticos (gasolina, fuel, etc) y la materia prima para otros productos como el caucho artificial, plásticos, etc.
  - **Carbón:** se formó a partir de restos vegetales, este agente energético cuenta con fuerte potencial calorífico.
  - **Gas natural:** es un combustible fósil gaseoso que está compuesto principalmente por metano, encontrándose en donde hay yacimientos de petróleo; es la mezcla de metano 90%, etano 2%, CO<sub>2</sub> 2%, propano 1% y nitrógeno 1%; al igual que el petróleo, procede de la descomposición de organismos marinos.
4. Ejemplos de emisiones de CO<sub>2</sub> al producir 10KWh: por ejemplo, para producir 10 kWh de energía, veamos la cantidad de agente energético necesario, la característica de la combustión en los kg de CO<sub>2</sub> que se producen.

Agente Energético	=	Energía [KWh]	+	Emisiones de CO <sub>2</sub> [kg]
1.23 kg de Carbón	=	10 kWh	+	4.35 kg
2.25 kg de Madera	=	10 kWh	+	4.17 kg
1 litro de Fuel-Oíl	=	10 kWh	+	2.6 kg
1.1 litro de Gasolina	=	10 kWh	+	2.4 kg
1 m <sup>3</sup> de Gas Natural	=	10 kWh	+	2 kg

Tabla 2: ejemplos de emisiones de CO<sub>2</sub> (Association Neuchâteloise en Matière d'Énergie)

Entre los elementos de la tabla 2, vemos que el carbón es el que produce más CO<sub>2</sub>.

Tenemos otro ejemplo para ver la cantidad de emisiones que produce las necesidades humanas; ahora hay un ejemplo en el que se producirá 100KWh:

KG DE EMISIONES DE CO<sub>2</sub> PARA PRODUCIR 100KWH DE ENERGÍA

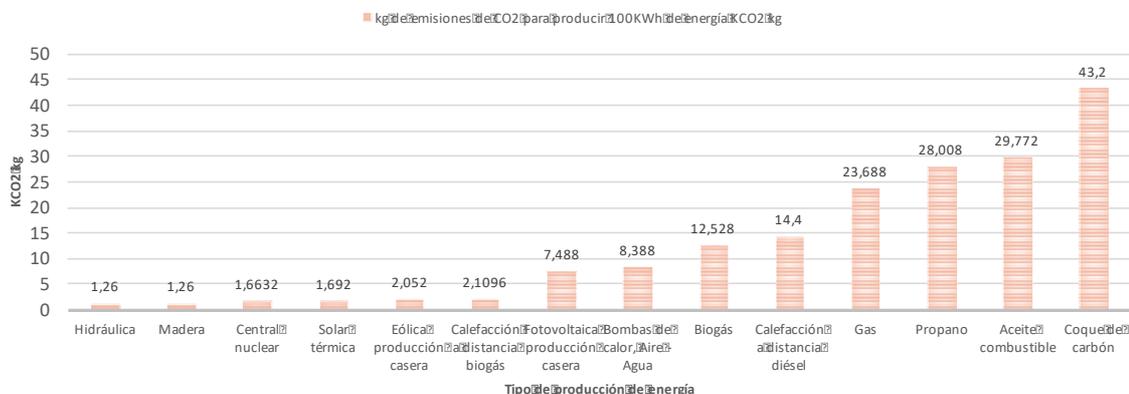


Imagen 3: kg de emisiones de CO<sub>2</sub> emitidas por la producción de 100KWh de energía; elaboración propia; información KBOB4 (KBOB, eco-bau, BAFU, & BFE, 2009) y Smeo<sup>5</sup> (Roulet, 2014)

En la gráfica anterior, esta la comparación de diferentes agentes energéticos, nos muestra cuales son las tecnologías que producen más gases con efecto invernadero, en este caso el CO<sub>2</sub>; la que más intensifica el efecto invernadero está el carbón, seguido del aceite combustible, el propano y el gas, las menos contaminantes esta la hidráulica, madera, central nuclear, solar térmica y eólica.

5. Aumento del consumo de energía y aumento de uso de agentes fósiles: ya se vio en el documento “*Que está pasando en el planeta y el hombre: población, energía y CO<sub>2</sub>*”, en la que muestra el aumento de energía y el aumento de agentes energéticos fósiles.

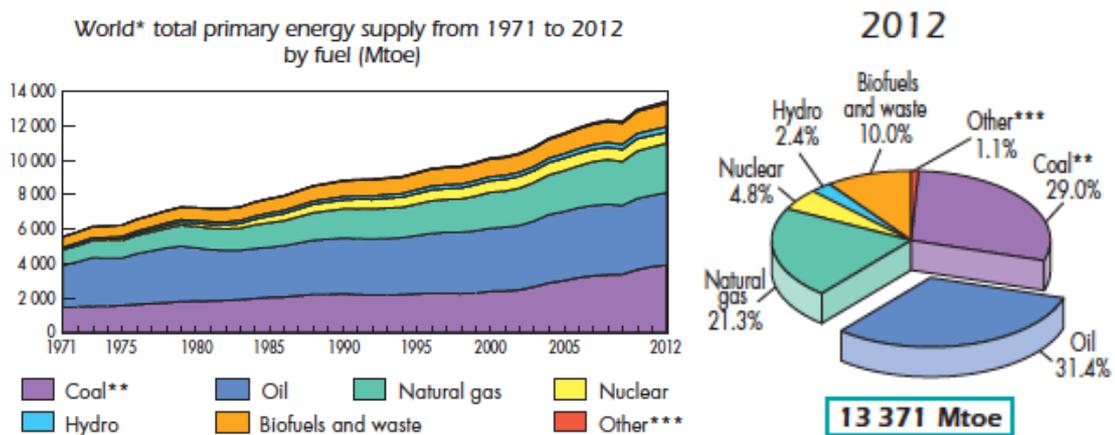


Imagen 4: fuentes energéticas utilizadas en el mundo (International Energy Agency, 2014)

Actualmente el 82% de los agentes energéticos<sup>6</sup> que se utilizan en el mundo son de origen fósil: Petróleo 31.4%, Carbón 29%, y Gas Natural 21.4% (International Energy Agency, 2014); toda esta energía utilizada para garantizar la calidad de vida, fabricar elementos básicos como la ropa, la electricidad para conservar alimento, para la climatización, calentar, para el transporte, las comunicaciones y otros; hay que tener en cuenta que los agentes fósiles son recursos limitados que pueden acabarse, y el cual tomamos debajo del suelo y por medio de la combustión lo arrojamos a la atmosfera (Trespacios, 2018).

6. Como se producen las emisiones de CO<sub>2</sub>: se produce cuando cualquier elemento que con tengan carbono (C), es quemado en presencia de oxígeno (O<sub>2</sub>); las emisiones de CO<sub>2</sub> naturales son la respiración animal y vegetal, la descomposición de materia orgánica y la fermentación, la erupción de los volcanes y los océanos; las artificiales o antropogénicas las generadas por el hombre, por ejemplo, la quema de bosques o el transporte; especificamos más las siguientes:

<sup>4</sup> KBOB: recomendaciones Suiza para la construcción; al interior los indicadores ara estimar las emisiones de CO<sub>2</sub>.

<sup>5</sup> Smeo: recomendaciones para construcciones sostenibles.

<sup>6</sup> Agente energético: es el elemento que utilizamos como materia prima para transfórmala en energía, por ejemplo, la madera o el gas para una generación térmica.

- **Vivienda:** todas nuestras necesidades para vivir confortablemente, de manera térmica, iluminación, electrodomésticos y otros; las emisiones se producen por el tipo de agente energético que se utiliza el cual es principalmente de tipo fósiles; gas o aceite combustible para agua caliente y calefacción, centrales eléctricas que son alimentadas con gas para producir la energía para los electrodomésticos y iluminación.
- **Industria:** para producir los servicios y productos que necesitamos; productos como ropa, muebles, medicamentos, cemento para la construcción, y etc; la energía que se necesita para producir lo anterior, se produce por medio de agentes energéticos fósiles.
- **Transporte:** el transporte en carros, viajes en avión, barcos; estos medios de transporte utilizan agentes fósiles; otra acción de transporte es la compra de productos a otro lado del mundo; en la tabla siguiente podemos ver una tabla de factores de emisiones, por cada 100Km.

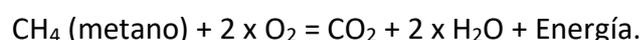
Tipo movilidad	Kg de CO2 emitido por 100Km
Carro	17kg CO2
Moto	12kg CO2
Bus	7kg CO2
Tren - Metro	3.5kg CO2

Tabla 3: valores históricos de concentraciones de CO2 (Luis Echarri, 1998)

De la tabla anterior vemos que el carro es el mayor emisor; si hacemos un cálculo ejemplo, enunciando que hacemos un viaje de Barcelona a Madrid, 627Km, en la opción 1 carro y otra opción 2 tren, el resultado **opción 1 = 107kg CO2** y la **opción 2 = 22kg CO2**, la diferencia porcentual es de **79%** produce de menos transportarse en tren.

- **Otros:** ejemplos de acciones simples que producen emisiones de CO2:
  - **CO2 producido por la respiración humana:** un adulto en reposo sus pulmones recogen 250ml de oxígeno aproximadamente cada minuto y emiten unos 200ml de dióxido de carbono equivalentes a entre 0.565 y 0,9 kg de CO2 /día (wikipedia, s.d.) (SMALL-M, s.d.); con el dato anterior, podemos estimar que una persona anual emite un valor medio de 0,8 kg de CO2 /día x 366d = 292,8 kg de CO2 / anual; el valor cambia cuando lo multiplicamos por los miles de millones de habitantes del planeta.
  - **Los incendios forestales:** muchos se producen de forma natural, algunas veces de forma indirecta; esta acción es otra fuente de emisiones de CO2; estos incendios son más numerosos y más severos por los cambios en el clima.
  - **La televisión:** es una acción que produce por hora 195 gr CO2 (Comisión Europea).
  - **Ordenador:** 234 gr de CO2, emitido por una hora de uso (Comisión Europea).
  - **Congelador:** 328 gr de CO2, emitido por un mes de funcionamiento (Comisión Europea).

7. Ejemplo de la combustión y emisión de CO<sub>2</sub>: un ejemplo de combustión es la siguiente:



8. Diferencias entre dióxido de carbón CO<sub>2</sub> y monóxido de carbón CO: suenan muy parecidos, los dos son incoloros e inodoros, y en altas concentraciones son mortales; los dos son gases que se producen al quemar madera u otros elementos, pero son muy diferentes en su relación con los seres vivos; CO<sub>2</sub> participa en las reacciones más básicas del planeta como la respiración y la fotosíntesis; el CO es un gas tóxico, es el resultado de la oxidación incompleta del carbono durante el proceso de combustión, una combustión sin el oxígeno suficiente o la combustión deficiente. El CO es el contaminante del aire más abundante.
9. Ciclo de Carbono: el carbono forma parte de un ciclo en el que intervienen todos los seres vivos; por ejemplo, los humanos y los animales lo emitimos al respirar, las plantas lo captan por medio de la fotosíntesis, y en estado de descomposición, se almacena como combustible fósil. También está presente en muchos procesos geológicos, tales como las emisiones a través de volcanes (Robles, Näslund-Hadley, Ramos, & Paredes, 2015); de este ciclo del carbono están los océanos quienes captan y emiten CO<sub>2</sub>, como gran actor del ciclo:

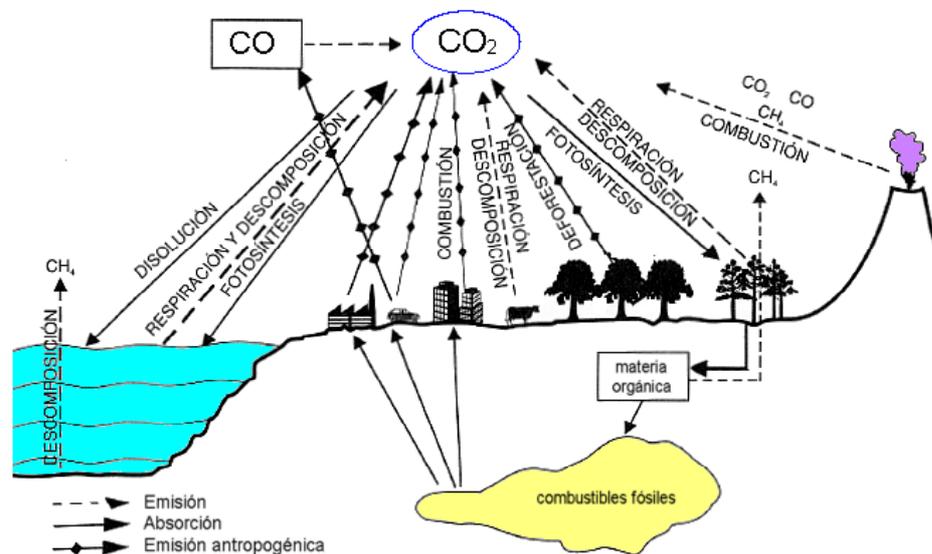


Imagen 5: ciclo del carbono (IMF - CEU)

10. El efecto invernadero en Marte y Venus: se podría decir que Venus, Marte y la Tierra, son planetas familia, ya que son sólidos, están rodeados de atmósfera, tienen tamaños parecidos y orbitan cerca del Sol; un elemento clave es la temperatura del suelo de estos, vemos que Venus es el segundo planeta más cercano al Sol, con una atmósfera mucho mayor que la Tierra teniendo temperaturas de 460°C en la superficie debido a la presencia de grandes cantidades de CO<sub>2</sub>; el efecto invernadero en Venus es un fenómeno desbordado, donde se evapora toda el agua que tenía; Marte tiene un pequeño efecto invernadero por su delgada atmósfera (Miguel Angel Lòpez, 2009).
11. Historia sobre el CO<sub>2</sub> y cambio climático: algunas fechas importantes (Association Neuchâteloise en Matière d'Énergie):
- En 1750, el Escocés Joseph Black, logra identificar el CO<sub>2</sub>.

- b. En 1824, Joseph Fourier, matemático y físico francés, fue el primero en hablar sobre el efecto invernadero, publicando que la tierra se mantiene templada porque la atmosfera retiene el calor, como si estuviera en un invernadero.
- c. En 1860, John Tyndall, físico irlandés, advierte que la variación de vapor de agua o de CO<sub>2</sub> en la atmosfera, generaría cambios climáticos; también explica como algunos gases en la atmosfera, retienen el calor que refleja la superficie terrestre.
- d. En 1896, el químico sueco Svante Arrhenius en colaboración con Guy Stewart Callendar, sientan las bases de la relación entre los cambios en la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmosfera y el clima, este informe fue publicado en la revista Philosophical magazine, donde muestran el cálculo del coeficiente de absorción del CO<sub>2</sub> y el agua y el calor que absorbería la atmosfera de la tierra teniendo diferentes concentraciones de CO<sub>2</sub> (Elvira, 1996); Arrhenius es llamado el padre del concepto de cambio climático, resalto que la actividad industrial podría ser una solución técnica para alejarse de la próxima era glaciaria; este tema fue olvidado durante años; Arrhenius recibiría en 1903 el premio nobel de química, por su contribución en al campo de la disociación electrolítica.
- e. En 1938, el inglés Guy Stewart, sugiere que el planeta está presentando un calentamiento por el aumento de CO<sub>2</sub>.
- f. En 1941, Hermann Flohn, publica que la influencia antropogénica, producto de la actividad humana, está influyendo en el cambio climático del planeta.
- g. En 1954, el inglés Evelyn Hutchinson, es el primero a postular que la deforestación, provoca el aumento de la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmosfera.
- h. En 1958, el estadounidense Charles David Keeling, se esforzó por medir las concentraciones de CO<sub>2</sub> en la atmosfera, recordando que es un gas que no podemos ver (inoloro) y oler (inodoro); Keeling crea la famosa curva de Keeling, donde muestra el aumento de la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmosfera, estas medidas se hicieron en la estación de Mauna Loa en Hawái<sup>7</sup>:

<sup>7</sup> En la actualidad este medidor ubicado en el volcán Mauna Loa a 3400 metros sobre el nivel del mar pertenece a la National Oceanic & Atmospheric Administration (NOAA) de los Estados Unidos, es considerado el mejor medidor de CO<sub>2</sub> en la atmosfera; Keeling ideó una medición exacta del CO<sub>2</sub>, la cual tiene calibraciones constantes; este observatorio está rodeado de lava desnuda, sin vegetación, y a mucha distancia de las emisiones de CO<sub>2</sub> producidas por la actividad humana, circunstancias que favorecen la exactitud de las mediciones; desde 1995 este observatorio es el Laboratorio Central de Calibración de CO<sub>2</sub>, de la Organización Meteorológica Mundial (Bolufer, 2012).

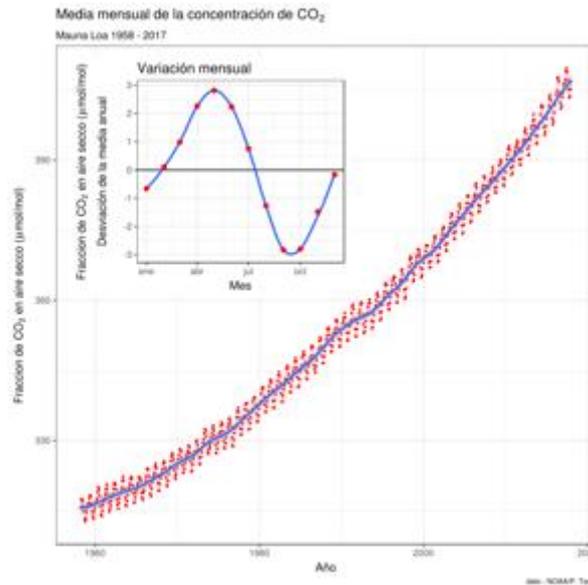


Imagen 6: curva de Keeling, concentración de CO<sub>2</sub> en la atmosfera (wikipedia, 2018)

- i. En 1967, Syukuro Manabe y Dick Wetherald, establecen que el doble de concentración de CO<sub>2</sub> en el planeta, aumentara la temperatura terrestre.
- j. En 1971, el estudio de Man's impact on climate, concluye que hay un gran potencial de peligro por el cambio climático, causado por hombre.
- k. En 1974, el mexicano Mario Molina y el estadounidense Sherwood Rowland, alertan que los gases de clorofluorocarbonos (CFC), utilizados en los aerosoles, y sistemas de enfriamientos, son elementos negativos contra la capa de ozono.
- l. En 1975, el científico estadounidense Wallace Broecker profesor de la Universidad de Columbia publica en la revista Science el texto "Cambio Climático: ¿Estamos al borde de un calentamiento global pronunciado?", haciendo público el uso del término Calentamiento Global.
- m. En 1979, se realiza la primera conferencia mundial sobre el clima, en donde se habla del cambio climático, y los problemas que causara en el planeta.
- n. En 1983, un reporte de la agencia de protección del medio ambiente en Estados Unidos, advierte que el calentamiento del planeta alterara importantes condiciones en la agricultura, la economía y perturbaciones políticas.
- o. En 1985, la PNUE (Programa de las naciones unidas para el medio ambiente), recomienda establecer un tratado para luchar contra el cambio climático.
- p. En 1987, se firma el Protocolo de Montreal, que restringe el uso de ciertos componentes químicos que afectan la capa de ozono; este informe no tiene en cuenta el cambio climático.

- q. En 1988, se crea el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC), para recopilar y examinar las evidencias sobre el cambio climático; también en este año el estadounidense James Hansen, director del Instituto Goddard de Estudios Espaciales de la NASA, informa al senado que el calentamiento global ha alcanzado un alto grado de certeza, este testimonio fue en contra del gobierno de Ronald Reagan, quien no creía en el cambio climático.
  - r. En 1990, Finlandia es el primer país en instalar un impuesto al CO<sub>2</sub>.
  - s. En 1992, en la conferencia de la tierra en Rio de Janeiro (Brasil), se confirma por la comunidad internacional, los riesgos del cambio climático y sugieren la firma de una convención entre las naciones.
  - t. En 1997, se firma el tratado de Kioto, colocando el acuerdo para que los que países firmantes reduzcan en un 6% las emisiones de gases GEI, con respecto a la medida de 1990.
  - u. En 2005, el protocolo de Kioto entra en marcha sin los Estados Unidos.
  - v. En 2007, Al Gore ex vicepresidente de los Estados Unidos y el IPCC reciben el premio nobel de la Paz, por sus esfuerzos por ampliar y difundir el conocimiento sobre el cambio climático provocado por el hombre.
12. Potencial de calentamiento global: es el coeficiente de eficacia relativa de los diferentes GEI comparado con el CO<sub>2</sub>, esto presenta el potencial que tiene para el calentamiento global; los valores son los siguientes.

Gas	Potencial del calentamiento global
Gas carbónico: CO <sub>2</sub>	1
Metano: CH <sub>4</sub>	21
Óxido nitroso: N <sub>2</sub> O	310
Hidrofluorocarbonos: HFC	140 a 11'700
Perfluorocarbonos: PFC	6'500 a 9'200
Óxido nitroso: N <sub>2</sub> O	23'900

Tabla 4: potencial del calentamiento global (Association Neuchâteloise en Matière d'Énergie)

Lo anterior nos dice que el Óxido nitroso es el que tiene más poder para retener el calor, que ocasiona el calentamiento global.

13. Protocolo de Kioto (PK) : el Protocolo de Kioto sobre el cambio climático es un documento creado por la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), y un acuerdo internacional que tiene por objetivo reducir al 6% las emisiones de seis gases de efecto invernadero (medidas en 1990) que causan el calentamiento global: dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), gas metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), y los otros tres son gases industriales fluorados: hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>). Esta reducción se debe realizar en el periodo que va de 2008 a 2012 (wikipedia, s.d.). Países firmantes de protocolo de Kioto:



Imagen 5: posición de los países y la aplicación del protocolo de Kioto (wikipedia, s.d.)

Los Estados Unidos no han ratificado el protocolo de Kioto.

14. En la imagen siguiente podemos ver otras representaciones del efecto invernadero, donde se muestra como la acumulación de CO<sub>2</sub> en la atmosfera retienen el reflejo del sol que debe salir del planeta, esta retención provoca el calentamiento del planeta.

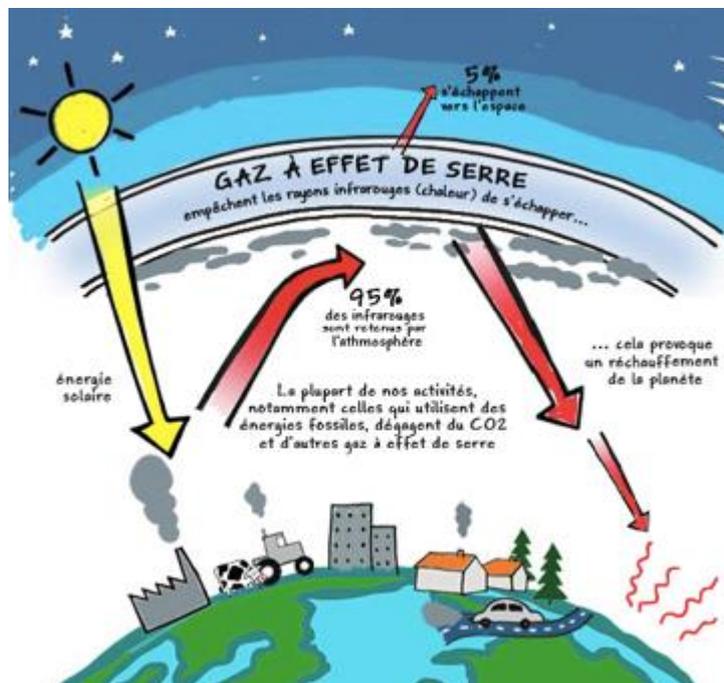


Imagen 7: efecto invernadero (Carbone Conseil, s.d.)

15. Concentraciones históricas de los GEI: a lo largo de la historia se pueden ver las concentraciones de algunos gases con efecto invernadero; vemos que a partir de la revolución industrial estos han aumentado de una forma exponencial:

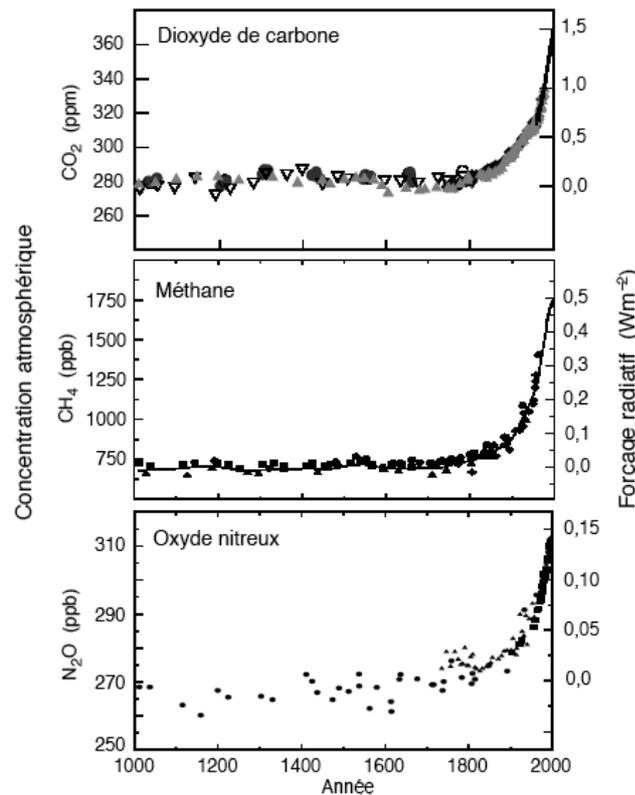


Imagen 8: concentraciones atmosféricas de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O (Giolo, 2006)

Los científicos han logrado obtener las concentraciones atmosféricas de CO<sub>2</sub> históricas de los últimos 400000 años de tierra; estos datos provienen de pequeñas burbujas de aire atrapadas en el hielo de la Antártica<sup>8</sup>, han permitido que los científicos puedan cuantificar la concentración de CO<sub>2</sub> y otros gases con efecto invernadero en los últimos 400000 años; podemos ver en la gráfica que los valores de CO<sub>2</sub> fluctúan entre 180 y 280 ppm; ver la imagen de la concentración histórica de CO<sub>2</sub>:

<sup>8</sup> Valores históricos de CO<sub>2</sub>: El análisis de los gases retenidos en muestras de hielo, obtenidas a distintas profundidades de la Antártica y Groenlandia (Con perforaciones de hasta 2000m), ha permitido conocer la concentración del CO<sub>2</sub> atmosférico y de otros gases de efecto invernadero, durante por lo menos 150.000 años. Estas concentraciones han variado en la escala temporal de las glaciaciones, con concentraciones bajas durante los periodos glaciares (temperaturas bajas) y relativamente altas durante los periodos interglaciares (temperaturas altas), con transiciones rápidas tanto en la variación de la temperatura como en la concentración de CO<sub>2</sub>. En el polo cada año se forma una capa de hielo, diferente de la anterior. Al perforar y profundizar medimos la concentración del CO<sub>2</sub> en el aire atrapado mucho antes de 1812 en las burbujas de hielo (Bolufer, 2012).

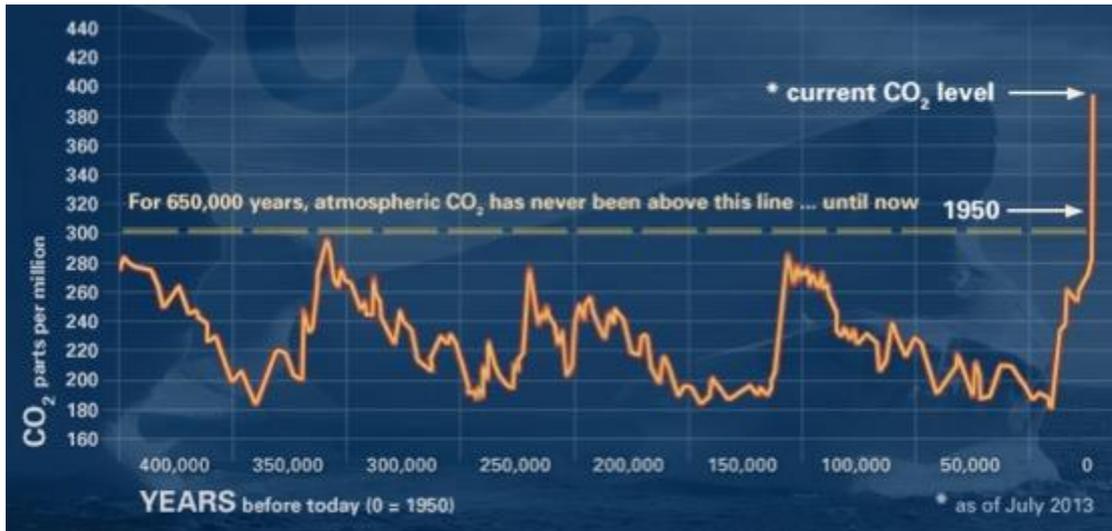


Imagen 9: concentraciones atmosféricas de CO<sub>2</sub> de los últimos 400.000 años (Observatorio Boliviano de Cambio Climático y Desarrollo - OCCBD)

Los datos actuales muestran concentraciones atmosféricas de 400 ppm, valores nunca registrados en la tierra.

*Cada día la concentración de CO<sub>2</sub> es inferior a mediodía, y superior en horas de oscuridad, debido a la fotosíntesis de la vegetación (ciclo diario). A lo largo del año en meses de alta radiación solar (junio, julio, agosto) la actividad fotosintética es más elevada, y disminuye la concentración de CO<sub>2</sub> (ciclo anual). El ciclo de un decenal de actividades solares influye también en la concentración de CO<sub>2</sub>, por tanto, las mediciones de CO<sub>2</sub> se promedian, para limar esas oscilaciones (Bolufer, 2012).*

16. Como se toman los valores históricos de temperatura media y CO<sub>2</sub>: hay varias metodologías (Luis Echarri, 1998) para conocer que paso en periodos pasados, estan las siguientes metodologías de tomas:

- *Burbujas de aire*, en el hielo de la Antártida y Groenlandia han quedado atrapadas burbujas con la composición de gases, que por varios isótopos radiactivos se puede deducir la temperatura, llegando a obtener datos hasta 200000 años;
- *Anillos de troncos de árboles*, y restos fósiles de estos, dan indicios del clima pasado, se pueden obtener valores de 3000 años;
- *Polen y sedimentos*, ayuda a conocer la flora y fauna pasada presente, el tipo de sedimento informa es propia de condiciones climáticas determinadas;

En esas tomas de hielo en la Antártica se obtuvieron los datos siguientes, que se ven en la imagen de la historia de concentraciones de CO<sub>2</sub> en el planeta:

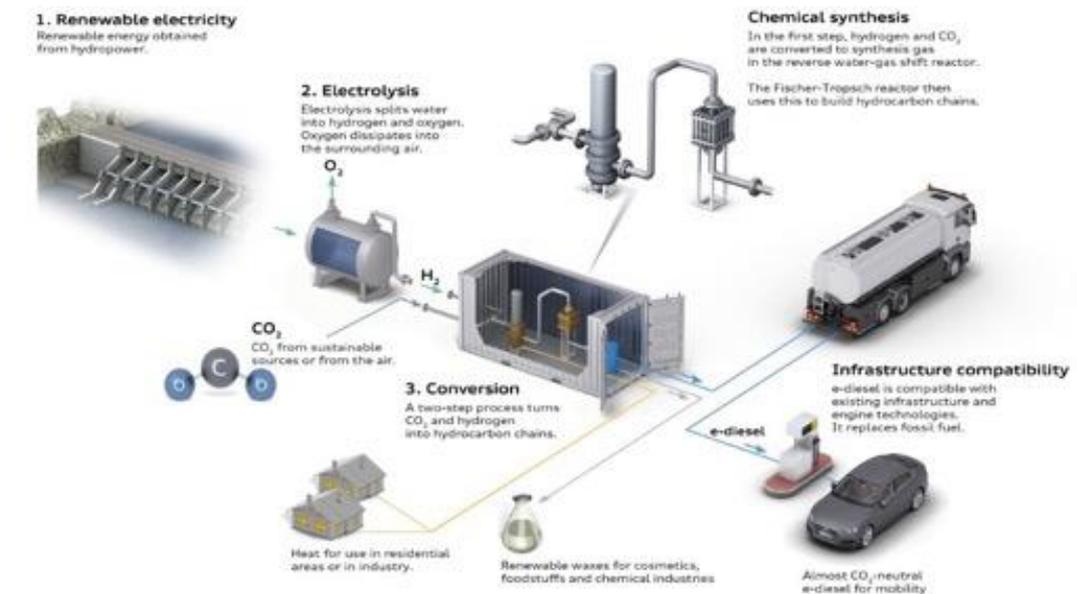
<b>Año</b>	<b>Profundidad hielo</b>	<b>CO<sub>2</sub></b>	<b>Temperatura media de la Tierra</b>
1700	126 m	275 ppm	15°C (como ahora)
15 000	407 m	subiendo	subiendo
20 000	474 m	194 ppm	5°C, Antártida 9°C más fría que ahora

120 000	1676 m	bajando	bajando
134 000	1876 m	290 ppm	más de 15°C
140 000	1928 m	subiendo	subiendo
146 000	1998 m	191 ppm	Antártida 9°C más fría que ahora

Tabla 5: valores históricos de concentraciones de CO<sub>2</sub> (Luis Echarri, 1998)

17. Sumideros de Carbono: es un depósito natural o artificial que almacena carbono (C) y contribuye a la reducción de este gas en la atmósfera; a raíz del protocolo de Kioto, se ha buscado técnicas para capturar y almacenar el carbono; uno de las técnicas más conocidas es la que tienen los árboles de almacenar el C en forma de biomasa; podemos mencionar sumideros naturales como:
- *Los Bosques*: los árboles son importantes sumideros naturales de nuestro planeta, acumulando el carbono en la madera, absorbiendo el CO<sub>2</sub> en el proceso de fotosíntesis almacenando el C y liberando el O<sub>2</sub> a la atmósfera; la reforestación es una de las estrategias para bajar la acumulación de CO<sub>2</sub> en la atmósfera.  
Es importante mencionar que la captura de carbono ocurre durante el desarrollo de los árboles, y se detiene cuando los árboles llegan a su madurez; esta captura de CO<sub>2</sub>, en la cual el árbol guarda el C en forma de madera.
  - *Los Océanos*: son considerados los principales sumideros de carbono natural, son capaces de absorber el 50% del emitido a la atmósfera (wikipedia); el problema de esta absorción es que tiene un límite, el cual al sobre pasar hace que los océanos se acidifiquen la cual consiste en reducción del pH, generado por el CO<sub>2</sub> que absorben; la acidificación tiene un impacto negativamente en la vida de los seres que están en el océano (wikipedia).
18. Secuestradores de carbono: es el proceso de extracción del carbono o del CO<sub>2</sub> de la atmósfera y lo almacena en un depósito (wikipedia).
19. Utilización del CO<sub>2</sub>: según la científica Lourdes Vega, el CO<sub>2</sub> se utiliza en los siguientes procesos o áreas (Manuel Ansede, 2014):
- *Apagar incendios*, como productos para los extinguidores.
  - *Limpiar alimentos* de insectos y ácaros; el CO<sub>2</sub> reemplaza otros químicos prohibidos en el Protocolo de Montreal.
  - *Eco-cemento*, el cual es creado tomando el CO<sub>2</sub> de las chimeneas, convirtiéndolo en carbonato precipitado, el Grupo Essentium es una de las empresas que proponen este cemento.
  - *Producir cerveza*, el agua carbonatada o agua con gas es una mezcla de agua con CO<sub>2</sub>.
  - *Refrigerantes*, el CO<sub>2</sub> es un refrigerante natural denominado R-744, que reemplaza los fluidos utilizados actualmente y los cuales atacan la capa de ozono como los clorofluorocarbonos (CFC).

- *Producir alimento*, es muy conocido el uso de CO<sub>2</sub> en invernaderos para mejorar el proceso de fotosíntesis de las plantas, estos procesos dan a las plantas un mayor crecimiento y salud (Plataforma Tecnológica Española del CO<sub>2</sub>, 2013).
- *Plásticos*, la utilización de CO<sub>2</sub> como reactivo en la síntesis de policarbonatos, para el procesado de polímeros o para la formación de materiales donde la molécula de CO<sub>2</sub> forma parte de nuevos polímeros (Plataforma Tecnológica Española del CO<sub>2</sub>, 2013).
- *Medicina*, el CO<sub>2</sub> forma parte importante de la reacción para la obtención de algunos fármacos, como el ácido acetilsalicílico (*aspirina*) (Plataforma Tecnológica Española del CO<sub>2</sub>, 2013).
- *Audi y el E-diesel*, biocombustible<sup>9</sup> desarrollado por Audi, el cual se produce con una mezcla de agua y CO<sub>2</sub> que se toma del aire (Audi AG, 2012); por medio del electrolisis, se separa el agua, el hidrógeno reacciona con el CO<sub>2</sub> a temperaturas y presiones elevadas, al final bajo un proceso de refinado se obtiene el E-diesel; en el proceso.



### So wird synthetischer Dieselerersatz in Laufenberg hergestellt

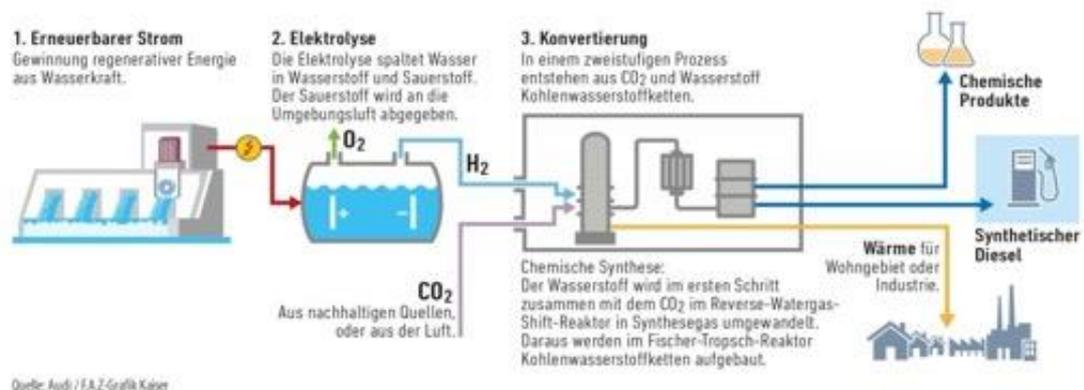


Imagen 10: esquema para la producción de E-diesel (González, 2017) (Winterhagen, s.d.)

<sup>9</sup> Biocombustible: Los combustibles sólidos, líquidos o gaseosos producidos a partir de biomasa.

20. **Huella de carbono:** mide la totalidad de gases de efecto invernadero emitidos de forma directa o indirecta de un individuo, organización, evento o producto, para luego formular estrategias públicas, privadas para bajar este valor. Las huellas de carbono pueden ser de los siguientes tipos (Cambio Climático Global, s.d.):

- **Huella de carbono de una organización o industria:** está basada en las normas internacionales ISO 14064-1, GHG Protocol; el estudio se hace a lo largo de un periodo de tiempo, normalmente un año, se hacen cuatro medidas mensuales para un total de 48 al año, permitiendo calcular el total emitido.
- **Huella de carbono de productos o servicio:** está basada en las normas internacionales PAS 2050 (PAS: Public Available Specification; esta norma ha sido elaborada por el British Standard Institution), ISO 14067; está enfocada al periodo de vida o ciclo de vida<sup>10</sup> del producto.
- **Huella de carbono personal:** calcular la huella de carbono personal, permite al ciudadano tener una visión global de su participación en el calentamiento global y tomar conciencia sobre el impacto que tienen sus emisiones de dióxido de carbono CO<sub>2</sub>; el padre de la huella de carbono personal es el ingeniero y diplomático francés, Jean-Marc Jancovici que lanza esta aplicación en 2007; hay muchísimas paginas donde se pueden realizar este cálculo como *CeroCO2*<sup>11</sup>, y *Carbon Footprint*<sup>12</sup> la más popular, donde se hace la respuesta de un cuestionario de varias actividades humanas en los últimos 12 meses valorando el consumo en la vivienda o alojamiento (electricidad, gas, calefacción, etc), movilidad (vuelos de avión, utilización de carro, uso de transporte público, etc), alimentación (cantidad de carne, pescado, productos lácteos, vegetales, bebidas, etc) y consumo de productos (equipos tecnológicos, ropa, muebles, etc).

Un ejemplo de aplicación en la página online de Carbon Footprint, donde paso a paso se responde las actividades realizadas, al final presenta la huella de carbono para una persona o empresa:

Indica tu consumo de cada tipo de energía y pulsa el botón Calcular

Tu huella personal se calcula dividiendo el consumo de energía por el número de personas que viven en tu casa. Si deseas calcular la huella total de tu vivienda, selecciona "1".

¿Cuántas personas viven en tu casa? 1

Electricidad: kWh at a factor of kgCO<sub>2</sub>e/kWh (¿qué es esto?)

Gas natural: kWh

Gasóleo: litros

Carbón: toneladas

GLP: litros

Propano: litros

Pellets de madera: toneladas

Calcular la huella de la vivienda

Huella total de Vivienda = 0.00 toneladas de CO<sub>2</sub> Compensar ahora

Tu huella: 0.00 toneladas de CO<sub>2</sub>

Media nacional: 1.78 toneladas de CO<sub>2</sub>

Objetivo mundial: 2.00 toneladas de CO<sub>2</sub>

Total = 0.00 toneladas de CO<sub>2</sub>

Para comparar una parte de tu huella de carbono, o toda ella, marca las acciones de la lista anterior que deseas comparar

Total a compensar = 0.00 toneladas de CO<sub>2</sub> Compensar ahora

- Tu huella es de 0.00 toneladas al año
- La huella media por persona en Colombia es de 1.78 toneladas
- La huella de las países industrializadas es de unas 11 toneladas
- La huella de carbono media mundial es de unas 4 toneladas
- El objetivo mundial para combatir el cambio climático es de unas 2 toneladas

Si estás utilizando un ordenador público o deseas intentar otra vez, puedes eliminar los datos de tu huella de carbono. Si quieres saber sobre cómo reducir tu huella de carbono, ve a la sección de reducción de CO<sub>2</sub> de nuestro sitio web. ¿Por qué no suscribes a nuestro boletín informativo para estar informado de otras maneras de reducir tu huella de carbono?

<sup>10</sup> Ciclo de vida: es un término creado para cuantificar el impacto ambiental de un material desde la extracción y el procesamiento de la materia prima, hasta la fabricación, transporte, distribución, uso, reutilización, mantenimiento y reciclaje para su disposición final, el cual determina la huella medioambiental de un material o un producto.

<sup>11</sup> CeroCO2: <https://www.ceroco2.org/calculadoras/>

<sup>12</sup> Carbon Footprint: <https://www.carbonfootprint.com/calculator.aspx>

**Imagen 11: calculo de huella de carbono con la aplicación web de Carbon Footprint (Carbon Footprint, s.d.)**

Las aplicaciones para calcular las huellas de carbono también dan información de cómo compensar el CO2 producido, dando información de cuanto arboles deberías sembrar; una vez obtenido estos resultados, se planifica la estrategia a seguir para bajar esta huella.

Es importante mencionar que las huellas de carbono al interior tienen acciones que se pueden clasificar en la siguiente forma:

- *Fuentes directas*: son los valores de emisiones de GEI por la de quema de combustibles fósiles, y demás actividades que generen GEI.
- *Fuentes indirectas*: son las emisiones de GEI indirectamente, siendo un ejemplo la electricidad, la cual se produce a kilómetros del lugar de uso.
- *Fuentes secundarias*: son las emisiones de GEI producidas por la movilización o transporte de materia prima o materiales, movilización de personas (por ejemplos, contratistas, viajes de negocios, etc), y generan GEI.

Al momento de presentar un informe de huella de carbono basado en la normativa GEI, deben contener los valores directos e indirectos; después de este informe se planean los impuestos y multas por el impacto, también los incentivos por los progresos a bajar estos valores.

Cada vez esta aplicación es más popular, viendo los efectos que tienen las actividades para satisfacer las necesidades humanas, afectan el planeta; *“la Huella de Carbono no es más que una útil herramienta que científicos, sociólogos, estudiosos y público en general han colocado en manos del ser humano para entender el daño que sus actividades están causando al medio ambiente; daño que a pesar de que cada vez es más evidente, no parece captar la atención de los principales dirigentes del mundo y está llevando a miles de personas a sufrir desgracias productos de la alteración del orden natural”* (Cambio Climático Global, s.d.); la huella de carbono fortalece las relaciones entre compañías y proveedores viendo los puntos críticos y las oportunidades de negocios en la cadena de producción.

21. Comercio de derecho de emisiones: este es un mecanismo que busca disminuir las emisiones de GEI, colocando valores económicos a los que logran hacer reducción de estos, y castigando a los que aumentan; en la Unión Europea esta estrategia pertenece a las acciones por el clima, y el llamado Régimen de comercio de emisiones<sup>13</sup>.
22. Certificados de carbono: al tener esta certificación se podrá hacer un sello que podrá ser utilizado en todos sus producto e imagen, marketing la imagen sostenible y cuidado del medio ambiente; está probado que las personas cada vez miran y prefieren productos con

<sup>13</sup> Régimen de comercio de emisiones de la unión europea: [https://ec.europa.eu/clima/policies/ets\\_en](https://ec.europa.eu/clima/policies/ets_en); también está la información suministrada por la agencia alemana de medio ambiente, explicando cómo se lleva este proceso y las experiencias que han tenido [http://climate.blue/download/ETS%20Principios%20B%C3%A1sicos%20y%20Experiencias%20Europa%20y%20Alemania\\_BMUB.pdf](http://climate.blue/download/ETS%20Principios%20B%C3%A1sicos%20y%20Experiencias%20Europa%20y%20Alemania_BMUB.pdf)

certificaciones y sellos que validan su cuidado por el planeta; quienes han obtenido certificaciones se encuentran gozando de los beneficios de marketing, ahorro de costos, valor agregado y apertura de nuevos mercados, mientras que el resto arriesga su reputación de marca y pérdida de clientes (Green solutions, s.d.); una de esas certificaciones es Carbon Footprint quien certifica la cantidad de CO2 emitido, la certificación Carbon Neutral Certified certifica las acciones hechas para neutralizar las emisiones certificadas.



Imagen 12: certificaciones Footprint y Neutral Certified (Green solutions, s.d.)

Para valorizar la neutralización de carbono se utiliza la norma PAS 2060 para generar la certificación; permitiendo asegurar que las neutralizaciones adoptadas son correctas

23. Emisiones de CO2 por países: los países industrializados son los mayores emisores de CO2; en 2016 el país mayor productor de CO2 es China con 9'019'518 CO2 totales kts son los Estados Unidos de América con 5'305'570 CO2 totales kts<sup>14</sup> (Actualitix, 2018).

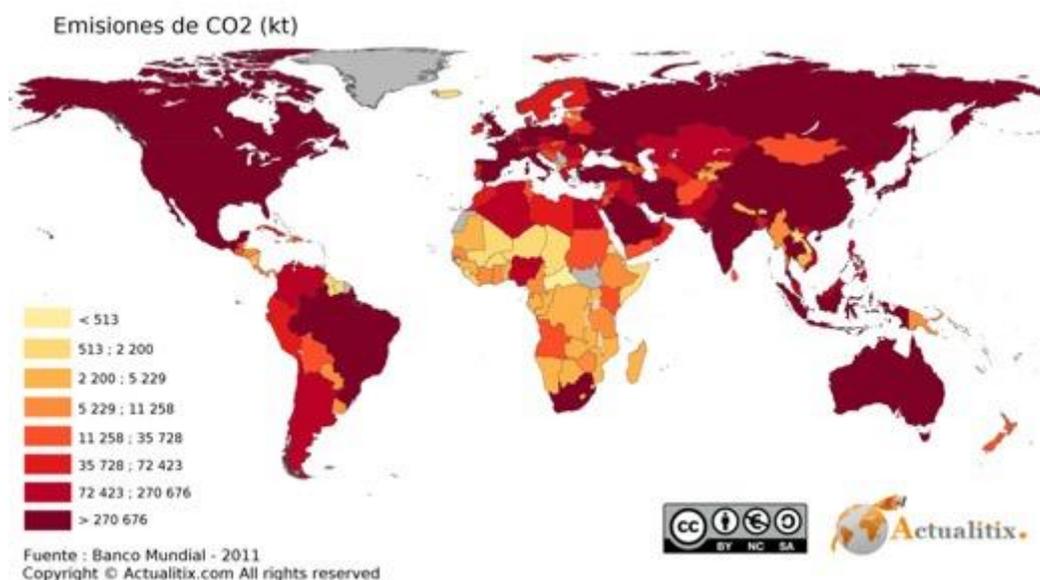


Imagen 13: emisiones de CO2 por países, datos 2011 (Actualitix, 2018)

Los países que menos consumen son Liechtenstein con 51 CO2 totales kts y Kiribati con 62 CO2 totales kts.

<sup>14</sup> kts: 1 kt es igual a 1000 toneladas.

24. Emisiones de CO2 per cápita<sup>15</sup>: las emisiones de CO2 per cápita en 2010 el país mayor productor por país – habitante de CO2 es Qatar con 40,31 CO2 totales toneladas con Trinidad y Tobago con 38,16 CO2 totales toneladas (IndexMundi).

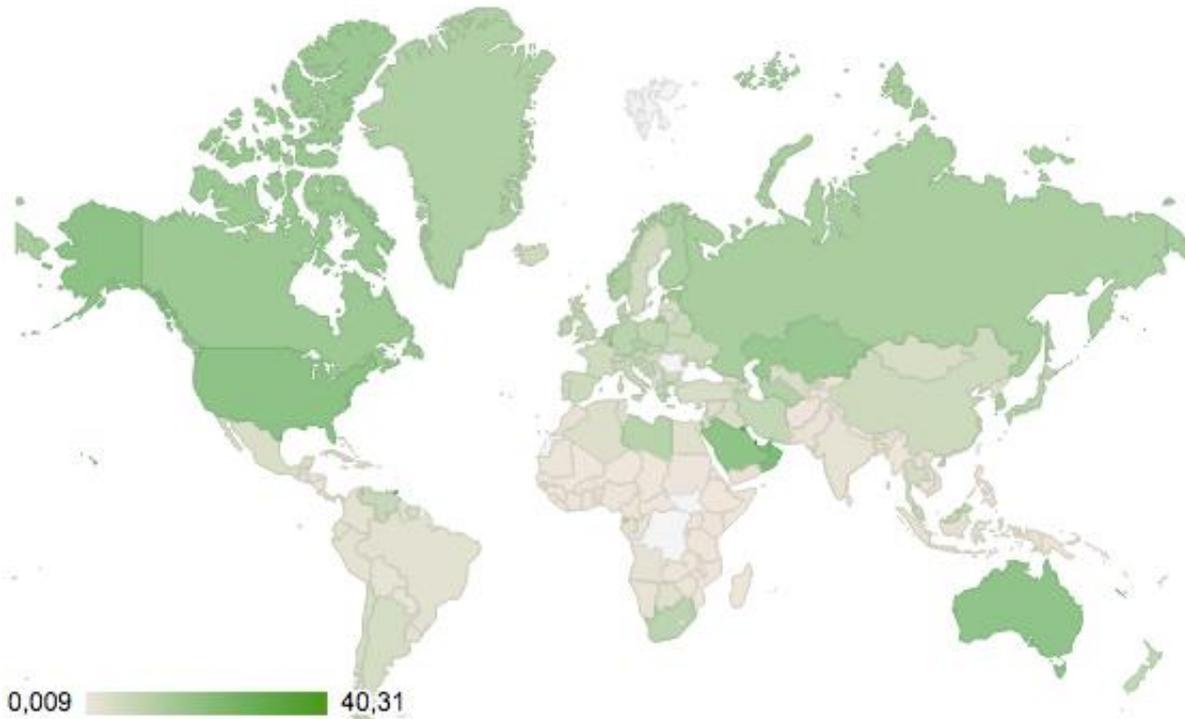


Imagen 14: emisiones de CO2 por países, datos 2011 (IndexMundi)

Los países que menos emisiones producen por habitante el más bajo es Lesoto con 0,01 CO2 totales toneladas y Burundi con 0,03 CO2 totales toneladas.

25. Los árboles absorbiendo CO2: muchas veces se escucha que los bosques aportan madera, protegen las ciudades de avalanchas, detienen la erosión y crean hábitat a especies animales y vegetales; hoy en día los bosques asumen un papel más importante, y es disminuir el efecto invernadero reduciendo las emisiones de CO2.

Los árboles son un excelente medio para absorber el CO2; podemos mencionar los siguientes tipos de árboles que cumplen esa tarea:

- *El árbol Kiri, conocido como árbol Emperatriz o Paulownia tormentosa, es originario de China. Gracias a sus características, podría ser de gran ayuda contra el calentamiento global, la contaminación y la desertificación del planeta. Un árbol que puede purificar suelo infértil, también absorbe 10 veces más CO2 que cualquier otra especie, un árbol adulto puede llegar a capturar 21,7 kg de CO2 cada día, lo que convierte en 6 kg de oxígeno (EcoInventos, 2018).*

<sup>15</sup> Per cápita: es el valor total repartido por habitante.

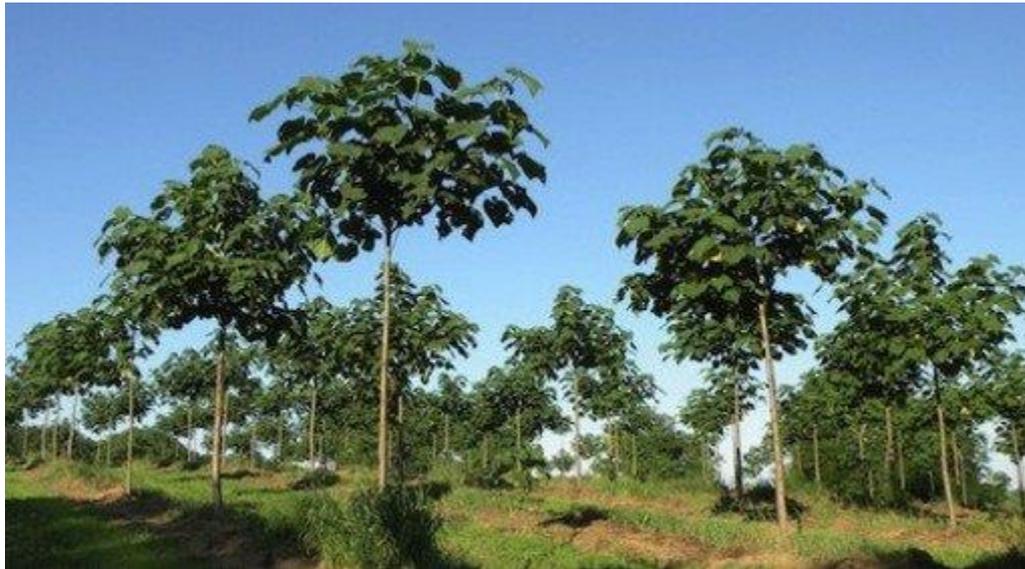


Imagen 15: plantación de Kiri (EcolInventos, 2018)

- *Otros ejemplos: un estudio realizado por la Universidad de Sevilla presenta que los árboles que mejor absorben el CO2 en un entorno urbano son la melia, la acacia de tres espinas, la jacaranda y el olmo, y en un entorno forestal, el pino carrasco, el pino piñonero y el alcornoque (Fundación Aquae, s.d.).*

Nombre árbol	Captura de CO2	Edad aproximada del árbol
Pino carrasco	48.870 kg	De 35 a 50 años
Pino piñonero	27.180 kg	De 30 a 40 años
Alcornoque	4.537 kg	De 35 a 45 años
Olivo	570 kg	De 25 a 45 años
Olmo	762 kg	De 15 a 20 años

Tabla 6: ejemplos de árboles, cantidad de CO2 capturado y años de vida (Argos Proyectos Educativos, s.d.)

Entre los anteriores árboles, el que más capta CO2 es el Olmo con 762 kg y 20 años, para captar, para saber el total durante sus años de vida 15 toneladas de CO2.

26. Ejemplo de cómo calcular que tipo de árbol necesitamos para compensar la producción de CO2 de un edificio: el procedimiento es el siguiente:

- Determinar cuánto CO2 produce el edificio por año, producto de las necesidades térmicas y la electricidad; en este ejemplo diremos que tenemos una casa de 500m<sup>2</sup>, el uso es vivienda familiar; para este ejemplo, buscaremos la manera más sencilla de saber cuánto CO2 o huella de carbono que tienen la vivienda:

**Cálculo de Huella de Carbono por consumo de calefacción y agua caliente sanitaria (ACS), Fuente no eléctrica**

**1. Consumo de combustible de calefacción y ACS**

Sí, mi consumo es de:  m3 de gas

NO, pero mi Vivienda tiene  500 m2

**2. Resultado**

El resultado del consumo de calefacción y agua sanitaria es de: 18980.00 Kg de CO2 eq

---

**Cálculo de Huella de Carbono por consumo eléctrico**

**1. Consumo eléctrico**

Introduzca su consumo de electricidad (en kWh).

500 kWh

¿Tienes energía verde contratada?

No  Sí

**2. Resultado**

El resultado de su consumo eléctrico es de: 185.00 Kg de CO2 eq

Imagen 16: valores de las emisiones de CO2 de una vivienda (CeroCO2, s.d.)

El valor los tomamos utilizando la página2 de CeroCO2 (<https://www.ceroco2.org/servicios-ceroco2/calculo-de-huella-de-carbono>); el valor total de emisiones de CO2 **19165KgCO2.eq** = 18980KgCO2.eq (para cumplir necesidades térmicas) + 185KgCO2.eq (consumo electricidad).

- b. Determinar qué tipo de árbol puede absorber la cantidad de CO2, producido por la vivienda; en el punto anterior hablamos del **Kiri**, el cual absorbe 21,7 kg de CO2 por día, si lo multiplicamos por 365d, absorbe **7920KgCO2.año**.
- c. Ya podemos determinar la cantidad de árboles  $\text{Can\_Arboles} = \frac{19165\text{KgCO2.eq.año}}{7920\text{KgCO2.año}} = 2.5$  que equivaldría a **3 arboles de Kiri**; mencionamos que este árbol tiene una duración de vida de 30ans.  
Pasamos a determinar el área necesaria; si estimamos 5m entre cada árbol, y lo pasamos a metros cuadrados seria 25m2 multiplicado por 3, necesitaríamos **75m2**.

27. Páginas interesantes: algunas páginas con importante información:

- Página para calcular la compensación de CO2 que producimos y cuantos arboles plantar: <http://www.compensatuhuellaecologica.org/>
- Página para calcular las emisiones de CO2 producidas:
  - <https://www.camarazaragoza.com/wp-content/uploads/2012/10/calculoemisiones.xls>
  - <https://reforestacion.es/que-hacemos/educacion-ambiental/calculadora-de-co2>
- Página calcular huella de carbono:
  - <http://www.compensatuhuellaecologica.org/>
  - <https://www.carbonfootprint.com/calculator.aspx>
  - [http://www.uncuma.coop/guiacompraresponsable/seccion3\\_3calculadora.html](http://www.uncuma.coop/guiacompraresponsable/seccion3_3calculadora.html)
- Página mapas GIS con información:
  - Mapa de CO2, producto de la electricidad: <https://www.electricitymap.org/?page=map&solar=false&remote=true&wind=false>

## Referencias bibliografía:

- 2g-asesoramiento. (s.f.). Obtenido de 2g-asesoramiento: <http://2g-asesoramiento.blogspot.com/2016/02/caso-real-cuantos-arboles-necesito.html>
- Actualitix. (2018). *Emisiones de CO2 por país* . Obtenido de <https://es.actualitix.com>:  
<https://es.actualitix.com/pais/wld/emisiones-de-co2-por-pais.php>
- Argos Proyectos Educativos. (s.f.). *Los bosques sumideros de CO2*. Obtenido de <https://www.juntadeandalucia.es/>: [http://www.juntadeandalucia.es/averroes/centros-tic/14002984/helvia/aula/archivos/repositorio/3000/3205/html/Actividades/Los\\_bosques\\_sumideros\\_de\\_CO2\\_Kioto.pdf](http://www.juntadeandalucia.es/averroes/centros-tic/14002984/helvia/aula/archivos/repositorio/3000/3205/html/Actividades/Los_bosques_sumideros_de_CO2_Kioto.pdf)
- Association Neuchâteloise en Matière d'Énergie. (s.f.). *En savoir plus sur le CO2 et l'effet de serre*. Bôle: Anime.
- Audi AG. (2012). *Audi e-diesel and e-ethanol*. Obtenido de Audi Technology Portal: [https://www.audi-technology-portal.de/en/mobility-for-the-future/audi-future-lab-mobility\\_en/audi-future-energies\\_en/audi-e-diesel-and-e-ethanol](https://www.audi-technology-portal.de/en/mobility-for-the-future/audi-future-lab-mobility_en/audi-future-energies_en/audi-e-diesel-and-e-ethanol)
- Bolufer, P. (1 de Octubre de 2012). Análisis del CO2 atmosférico. *Interempresas. Industria química*, 46, 56-59. Obtenido de <http://www.interempresas.net/Quimica/Articulos/100595-Analisis-del-CO2-atmosferico.html>
- Cambio Climático Global. (s.f.). *Huella de carbono*. Obtenido de <https://cambioclimaticoglobal.com>: <https://cambioclimaticoglobal.com/huella-de-carbono>
- Carbon Footprint. (s.f.). *Carbon Footprint Calculator For Individuals And Households*. Obtenido de Carbon Footprint: <https://www.carbonfootprint.com/calculator.aspx>
- Carbone Conseil. (s.f.). *Les Gaz à Effet de Serre*. Obtenido de Carbone Conseil: <http://www.carboneconseil.fr/effet-de-serre>
- CeroCO2. (s.f.). *Cálculo de Huella de Carbono por consumo eléctrico*. Obtenido de CeroCO2: <https://www.ceroco2.org/calculadoras/electrico>
- Comisión Europea. (s.f.). *Comprender los gases con efecto invernadero*. Obtenido de Comisión Europea: [https://ec.europa.eu/clima/sites/campaign/pdf/gases\\_es.pdf](https://ec.europa.eu/clima/sites/campaign/pdf/gases_es.pdf)
- Comisión Europea. (s.f.). Lo que le cuestan sus electrodomésticos y cuánto CO2 emiten .
- Datosmacro.com. (s.f.). *Emisiones de CO2*. Obtenido de <https://datosmacro.expansion.com>:  
<https://datosmacro.expansion.com/energia-y-medio-ambiente/emisiones-co2>

- EcoInventos. (2018). *Kiri, el árbol total contra el calentamiento global*. Obtenido de <https://ecoinventos.com>: <https://ecoinventos.com/kiri-el-arbol-total-contr-el-calentamiento-global/>
- Elvira, M. R. (25 de Mayo de 1996). Un científico sueco cuantificó hace 100 años el efecto invernadero. *El País*.
- Fundación Aequae. (s.f.). *¿Cuáles son los árboles que más CO2 absorben en nuestro entorno inmediato?*. Obtenido de <https://www.fundacionaqua.org>: <https://www.fundacionaqua.org/wiki-aqua/sostenibilidad/cuales-son-los-arboles-que-mas-co2-absorben-en-nuestro-entorno-inmediato/>
- Giolo, A.-S. (11 de Noviembre de 2006). Le réchauffement climatique. *Presentacion*. Thoiry.
- González, J. C. (Noviembre de 2017). *Audi se vuelca con el e-Diesel para 2018*. Obtenido de <https://www.autopista.es/>: <https://www.autopista.es/tecnologia/articulo/audi-e-diesel-ediesel-2018-asi-es-combustible-sintetico>
- Green solutions. (s.f.). *Certificaciones*. Obtenido de <http://www.greensolutions.cl/>: <http://www.greensolutions.cl/certificaciones.html>
- Hansen, K. (2008). *Water Vapor Confirmed as Major Player in Climate Change*. Obtenido de Nasa: [https://www.nasa.gov/topics/earth/features/vapor\\_warming.html](https://www.nasa.gov/topics/earth/features/vapor_warming.html)
- IMF - CEU. (s.f.). *Energía y sistema eléctrico; Energía y cambio climático*. Madrid: IMF - CEU.
- IndexMundi. (s.f.). *Emisiones de CO2 (toneladas métricas per cápita)*. Obtenido de <https://www.indexmundi.com/>: <https://www.indexmundi.com/es/datos/indicadores/EN.ATM.CO2E.PC>
- International Energy Agency. (2014). *Estadísticas energéticas 2014*. Obtenido de International Energy Agency: <http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/keyworld2014.pdf>
- IPCC. (s.f.). *Direct Global Warming Potentials*. Obtenido de IPCC: [http://www.ipcc.ch/publications\\_and\\_data/ar4/wg1/en/ch2s2-10-2.html#table-2-14](http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/en/ch2s2-10-2.html#table-2-14)
- KBOB, eco-bau, BAFU, & BFE. (2009). *Données des écobilans dans la construction. Recommandations pour les maîtres d'ouvrage, les chefs de projet et les bureaux d'étude*. Berna: KBOB, p.a. ; OFCL, Office fédéral des constructions et de la logistique.
- Las capas de la atmosfera*. (Junio de 2016). Obtenido de El Tiempo en Chivilcoy: <http://www.eltiempoenchivilcoy.com.ar/las-capas-de-la-atmosfera/>

- Luis Echarri. (1998). *Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente*. Obtenido de Tecnun. Escuela de Ingenieros. Universidad de Navarra:  
<http://www4.tecnun.es/asignaturas/Ecologia/Hipertexto/00General/Principal.html>
- Manuel Ansede. (Mayo de 2014). *10 cosas que hacer con el CO2 en vez de tirarlo a la atmósfera*. Obtenido de Materia: <http://esmateria.com/2014/05/31/10-cosas-que-hacer-con-el-co2-en-vez-de-tirarlo-la-atmosfera/>
- Miguel Angel Lòpez. (Febrero de 2009). *Cambio climático en Marte y Venus*. Obtenido de El país: [https://elpais.com/sociedad/2009/02/19/actualidad/1234998012\\_850215.html](https://elpais.com/sociedad/2009/02/19/actualidad/1234998012_850215.html)
- Naciones Unidas . (1998). *Protocolo de Kioto*. Obtenido de <http://www.cambioclimatico.org>:  
<http://www.cambioclimatico.org/tema/protocolo-de-kyoto>
- Observatorio Boliviano de Cambio Climático y Desarrollo - OCCBD. (s.f.). *¿Qué es el Cambio Climático?* Obtenido de Observatorio Boliviano de Cambio Climático y Desarrollo:  
<https://obccd.org/informacion-basica-2/que-es-el-cambio-climatico/>
- Plataforma Tecnológica Española del CO2. (2013). *Usos del CO2: un camino hacia la sostenibilidad*. Plataforma Tecnológica Española del CO2.
- Robles, M., Näslund-Hadley, E., Ramos, M. C., & Paredes, J. R. (2015). *¿Qué es el cambio climático? Súbete - Una iniciativa del Banco Interamericano de Desarrollo en educación sobre el cambio climático*. Banco Interamericano de Desarrollo - BID.
- Roulet, V. d.-S.-D.-M.-S.-M. (2014). *Société à 2000 watts*. Smeo. Lausanne.
- SINC. (Diciembre de 2009). *Aumentan las concentraciones de CO2 en la troposfera de zonas rurales*. Obtenido de <https://www.agenciasinc.es/>:  
<https://www.agenciasinc.es/Noticias/Aumentan-las-concentraciones-de-CO2-en-la-troposfera-de-zonas-rurales>
- SMALL-M. (s.f.). *Math! How much CO2 is emitted by human on earth annually?* Obtenido de <https://micpohling.wordpress.com/>: <https://micpohling.wordpress.com/2007/03/27/math-how-much-co2-is-emitted-by-human-on-earth-annually/>
- Trespalacios, J. (2018). *Que está pasando en el planeta y el hombre: población, energía y CO2*.
- twenergy. (2018). *Como calcular la huella de carbono*. Obtenido de <https://twenergy.com>:  
<https://twenergy.com/a/como-calcular-la-huella-de-carbono-435>
- wikipedia. (Noviembre de 2018). *Curva de Keeling*. Obtenido de <https://es.wikipedia.org>:  
[https://es.wikipedia.org/wiki/Curva\\_de\\_Keeling](https://es.wikipedia.org/wiki/Curva_de_Keeling)
- wikipedia. (s.f.). *Protocolo de Kioto*. Obtenido de wikipedia:  
[https://es.wikipedia.org/wiki/Protocolo\\_de\\_Kioto\\_sobre\\_el\\_cambio\\_clim%C3%A1tico](https://es.wikipedia.org/wiki/Protocolo_de_Kioto_sobre_el_cambio_clim%C3%A1tico)

wikipedia. (s.f.). *Respiratory system*. Obtenido de <https://en.wikipedia.org/>:  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Respiratory\\_system](https://en.wikipedia.org/wiki/Respiratory_system)

wikipedia. (s.f.). *Sumidero de carbono*. Obtenido de wikipedia:  
[https://es.wikipedia.org/wiki/Sumidero\\_de\\_carbono](https://es.wikipedia.org/wiki/Sumidero_de_carbono)

Winterhagen, J. (s.f.). *Gibt es den grünen Verbrennungsmotor?* Obtenido de <https://www.faz.net/>:  
<https://www.faz.net/aktuell/technik-motor/motor/gibt-es-den-gruenen-verbrennungsmotor-15575916/infografik-so-wird-15575375.html>

\*\*\*

Esta cartilla es realizada por el Instituto de Desarrollo Sostenible – IDS de la Universidad del Norte y SENA Sostenible.

### Que es DSTO?

**DSTO** es Desarrollo Sostenible para **TO**dos, es un proyecto que busca que cualquier persona sin formación técnica pueda conocer fácilmente entender que es la sostenibilidad; esto ayudara a promover la innovación y a la generación de propuestas que sirvan para un desarrollo económico, social y ambiental en una región.

**Octubre - 2018**