Guía para el cálculo de emisiones de CO_2

1 Preámbulo

1. PREÁMBULO

La Guía para el cálculo de emisiones de GEI (Gases de Efecto Invernadero) se desarrolla para introducir los conocimientos básicos en el estudio del impacto medioambiental de las actividades o empresas. Y estimar las emisiones asociadas a sus actividades.

Las actividades generan contaminantes que afectan al medio ambiente, provocando la modificación del clima. El calentamiento del sistema climático es inequívoco, como se desprende ya del aumento observado del promedio mundial de temperatura del aire y del océano. Y los GEI son elementos que afectan directamente al clima y al medio ambiente.

La herramienta de la que se dispone para poder valorar el impacto total que se tiene sobre el clima mediante los GEI es la huella de carbono (HC). Mediante este indicador se busca cuantificar la cantidad de emisiones de GEI expresada en emisiones de CO_2 equivalentes, que son generadas como consecuencia de las actividades y bienes generados. Se emplea el CO_2 porque es el gas más emitido dentro de los GEI, y por tanto el que mayor repercusión tiene.

Para calcular la HC se emplea una simple ecuación:

$$HC = \Sigma(F_i \cdot x_i)$$

Donde Fi es el Factor de emisión, el cual ya referencia en emisiones equivalentes de CO_2. Y x_i son las distintas fuentes de emisión.

Así, de manera práctica, la huella de carbono de un aparato eléctrico se puede calcular en base a sus consumos eléctricos. Por ejemplo, un equipo que haya consumido 190 kWh durante un año habrá emitido GEI de manera indirecta, ya que la producción de la electricidad si que genera esos gases. El Factor de emisión de la electricidad es 0,29 kg CO_2/kWh, lo que significa que por cada kWh consumido por el aparato se han emitido 0,29 kg equivalentes de CO_2.

La huella de carbono del aparato será:

$$HC = 190\ kWh \cdot 0{,}29\ \frac{kgCO_2}{kWh} = 55{,}1\ kgCO_2$$

2
Introducción

2. INTRODUCCIÓN

Las diversas actividades humanas están generando el denominado calentamiento global, lo que se traduce en unas modificaciones del clima en la Tierra. Y este cambio climático cada vez genera más interés y preocupación en la sociedad.
Estas modificaciones en el clima son alteraciones dispares en toda la superficie del planeta, pero todas ellas tienen un origen común, la emisión de GEI. Y hoy en día casi todas las actividades humanas (transporte, agricultura, industria, etc) y bienes, implican consumir energía, lo que significa la emisión de GEI.

Según la norma ISO 14067-1 los gases de efecto invernadero (GEI) son constituyentes gaseosos de la atmósfera, de origen natural o antropogénico, que absorben y emiten radiación en longitudes de onda concretas dentro del espectro de radiación infrarroja emitida por la superficie terrestre, la atmósfera y las nubes. Lo que se entiende como que los GEI evitan la pérdida de energía de la Tierra y provocan con ello el aumento de las temperaturas.

Entre los GEI más estudiados y medidos se encuentran:

- El dióxido de carbono CO_2, proveniente de la combustión de derivados de petróleo y biomasa.
- El metano CH_4, proveniente de emisiones orgánicas.
- El óxido de nitrógeno (IV) N_2O, proveniente de los sistemas de combustión, al mezclar O_2 con N_2 a altas temperaturas.
- Los compuestos hidrofluorocarbonados (HFCs), actualmente están prohibidos, pero se emplearon como propelentes en aerosoles.
- Los compuestos perfluorocarbonados (PFCs), se emplean como gases de refrigeración.
- El hexafluoruro de azufre SF_6, se emplea como aislante eléctrico.

El vapor de agua y el ozono, aunque también son gases de efecto invernadero, no se consideran sus impactos en la HC debido a la enorme dificultad de cálculo de sus factores de emisión y a sus beneficiosos efectos.

Para realizar los cálculos de la huella de carbono diferentes organizaciones públicas y privadas han propuesto y desarrollado metodologías y normas para contabilizar y declarar impactos ambientales de la producción y/o el consumo de bienes y servicios. Es por ello que existe un gran número de estándares y marcos metodológicos, todavía poco armonizados, situación que genera una excesiva complicación y dificultad para el cálculo de la huella.

Existen diferencias entre los distintos métodos desarrollados, como son los alcances de los mismos, hasta donde las emisiones de otros procesos influyen en el proceso en estudio. Para las emisiones de un aparato eléctrico se pueden considerar los consumos eléctricos del mismo, pero también se podrían contabilizar las emisiones asociadas a la fabricación del equipo, la extracción de las materias primas, el transporte, etc.

De manera general la HC en cualquiera de los métodos existentes es calculada mediante modelos matemáticos. En el que los diversos factores que inciden en la producción de GEI se traducen en CO_2 equivalente. Un modelo simple de cálculo es la suma ponderada de los diversos factores.

Los distintos métodos existentes difieren también en la obtención y valor del factor de emisión F_i, debido a que se han desarrollado para múltiples trabajos específicos, adecuándolos a cada caso. Esto se traduce en la falta de un método unificado de cálculo de la huella de carbono.

La Comisión Europea analizó la situación de los diferentes métodos de cálculo de la huella de carbono, con el objetivo de unificarlas bajo un único criterio. Para el año 2010 se encontraron 140 metodologías distintas, de las que 80 estaban desarrolladas para el cálculo dentro de una organización, y 60 para analizar la huella generada por un producto.

3 Métodos de cálculo de huella de carbono de empresa

3. MÉTODOS DE CÁLCULO DE HUELLA DE CARBONO DE EMPRESA

De los métodos desarrollados, los que más reconocimiento presentan y más son empleados, son:

- ISO 14064. Surge con el principal objetivo de dar credibilidad a los reportes de emisión de GEI. Para tal fin se desarrollan tres normas que abarcan desde la cuantificación hasta la verificación de los valores.

- WBCSD / WRI Protocolo corporativo estándar de los GEI . Este protocolo fue diseñado para ser políticamente neutral, y presentar un programa lo más amplio posible, se enfoca únicamente en la contabilidad y el reporte de emisiones GEI. A su vez está diseñado para desarrollar inventarios verificables, pero no plantea la manera en que debe conducirse el proceso de verificación.

4
Cálculo de la huella de carbono de empresa

4. CÁLCULO DE HUELLA DE CARBONO DE LA EMPRESA

Tomando como base los dos métodos más empleados (ISO 14064 y WBCSD/WRI) para el cálculo de la huella de carbono se puede establecer un plan básico para realizar el cálculo de GEI. Estos, y otros métodos, presentan estructuras básicas comunes, y es sobre esta base donde se plantea un método de cálculo. Para poder realizar los cálculos de la huella de carbono se han de realizar una serie de pasos básicos que se detallan a continuación:

1. Determinación de los límites de la organización.
2. Determinación de los limites operacionales.
3. Cálculo de las emisiones y las remociones de GEI.
4. Gestión de la calidad del inventario.

4.1. Determinación de los límites de la empresa

La determinación de los límites de la empresa son necesarios para poder determinar que elementos empresariales son de aplicación, cuales no, y en que proporción afectan al cálculo. Para establecer los límites se pueden elegir entre dos enfoques: el accionario o el de control (o ambos).

El **enfoque del accionariado** permite contabilizar las emisiones de GEI en función de la proporción de acciones que se posea. La participación accionarial indica el interés económico sobre una empresa y es consistente con los estándares internacionales de reporte financiero.

El **enfoque de control** indica que una empresa contabiliza el 100% de sus emisiones de GEI atribuibles a las operaciones sobre las que ejerce el control. Únicamente se deben contabilizar emisiones de GEI provenientes de operaciones de las que la empresa tiene el control de las mismas. El control puede definirse tanto en términos operacionales como financieros.

- **Control operacional**. Una empresa tiene control operacional sobre otra si dicha empresa o alguna de sus subsidiarias tiene autoridad plena para introducir e implementar sus políticas operativas en la operación.
- **Control financiero**. Una empresa tiene control financiero sobre otra si tiene la facultad de dirigir sus políticas financieras y operativas con la finalidad de obtener beneficios económicos de sus actividades.

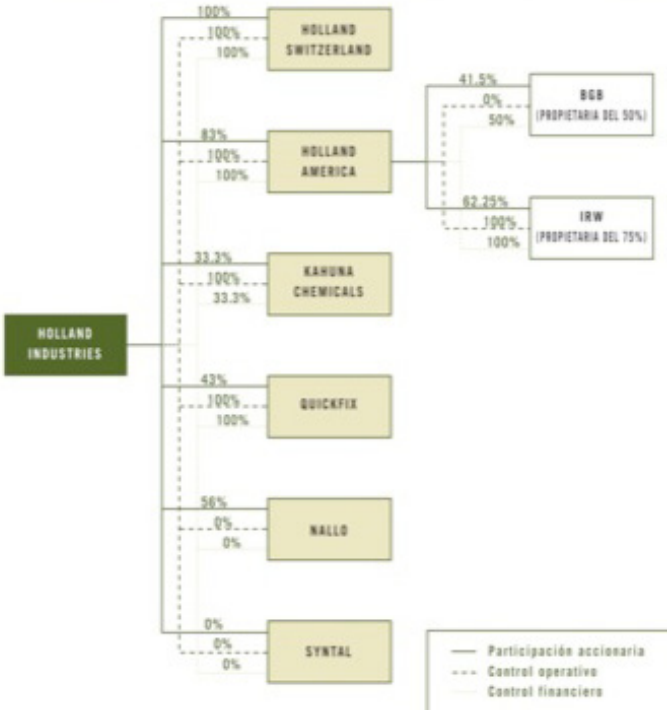

Figura 1. Ejemplo de las distintas participaciones que existen en una empresa. (Fuente: WBCSD / WRI)

4.2. Determinar los límites operacionales

Se han de determinar que emisiones van a ser tenidas en cuenta. Para ello se puede establecer unos criterios y unas clasificaciones, la más empleada se muestra a continuación:

Alcance I: Emisiones directas de GEI. Provienen de fuentes que son propiedad o están controladas por la empresa.

Alcance II: Emisiones indirectas de GEI. Emisiones de la generación de electricidad y consumidas por la empresa, así como de calor y vapor.

Alcance III: Otras emisiones indirectas, que no son propiedad ni están controladas por la empresa. Entre las emisiones indirectas dentro del alcance III se encuentran:

- Desplazamientos y viajes de negocios por empleados.
- Transporte de productos, materiales, empleados o residuos de la empresa por otra compañía.
- Las actividades de servicios externos, contratos de fabricación y franquicias.
- Las emisiones de GEI procedentes de los desechos generados por la organización, pero gestionados por otra organización.
- Las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes del uso y fin de vida productos de la organización y servicios.
- Las emisiones de GEI resultantes de la producción y distribución de productos de energía, diferentes a la electricidad, calor y vapor consumidos por la organización.
- Las emisiones de GEI de la producción de materias primas compradas u obtenidas.

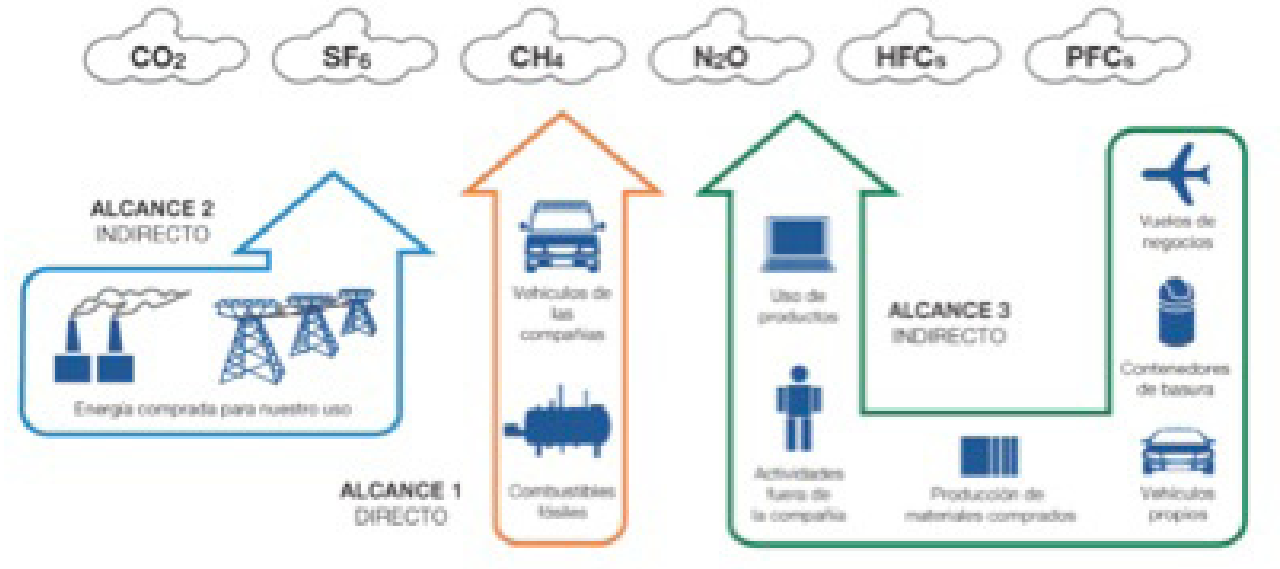

Figura 2. (Fuente: Club Asturiano de Calidad / FADE)

4.3. Calcular las emisiones y las remociones de GEI

Para el cálculo de emisiones GEI deben considerarse los siguientes puntos:

1. Identificar y documentar las fuentes y sumideros de GEI.
   Las empresas tienen procesos, productos o servicios que generan emisiones directas y/o indirectas. Las emisiones provienen de fuentes tan distintas como: combustión fija (calderas), combustión móvil (vehículos), emisiones de procesos y emisiones fugitivas (emisiones no controladas).

2. Seleccionar y justificar un método de cálculo que minimice al máximo la incertidumbre de las estimaciones y generen resultados lo más precisos posibles.
   Las emisiones pueden calcularse con base a un balance de masa o fundamento estequeométrico específico para una planta o procesos.
   El método más empleado es el que usa los factores de emisión, debido a su simplicidad. Estos factores de emisión permiten determinar la cantidad de GEI generados por una actividad en una fuente de emisión de manera sencilla.
   Cada caso particular de empresa ha de ajustarse al procedimiento que mejor se ajuste a sus posibilidades.

3. Selección y recopilación de datos de actividad.
   Las actividades realizadas por las empresas varían mucho entre ellas, y por lo tanto la recopilación de datos es muy variada. Para cada compañía, o tipo de empresa, se ha de establecer un procedimiento específico. Así, una empresa puede recopilar los datos del alcance I mediante facturas o mediante contadores de consumo de energía eléctrica o gas.

4. Seleccionar o desarrollar, y justificar, los factores de emisión de absorción.
   Los factores de emisión, son un elemento clave para la determinación de los GEI generados, por lo que han de presentar fiabilidad y credibilidad. Así mismo estos factores han de estar diseñados para las fuentes de generación que se han seleccionado. Se ha de verificar que la fuente que suministra, o el procedimiento empleado para su obtención, tienen unos niveles correctos de fiabilidad e incertidumbre correctos.

5. Calcular las emisiones y remociones.
   Empleando el método seleccionado se han de calcular los valores de GEIs. Los valores recopilados se han de multiplicar por los factores de emisión seleccionados. Con ello se obtendrá el valor de la huella de carbono generada.

4.4. Gestión de la calidad del inventario

Se han de contemplar procedimientos que avalen la calidad de los métodos y técnicas aplicadas, a la adquisición de datos, a los procesos y sistemas de inventario, y a toda la documentación del sistema.

4.5. Comunicación

Las normas ISO 14064 y el Protocolo WBCSD / WRI exigen reportar las emisiones de los alcances I y II, siendo el alcance III opcional. La información que se presente ha de estar verificada por un evaluador externo, o por un evaluador interno que no haya participado en el proceso de reporte.

5 Ejemplo práctico

5. EJEMPLO PRÁCTICO

Para mostrar y entender mejor los procedimientos se muestra un caso concreto desarrollado en una empresa real.

De manera introductoria se muestra la pantalla de datos que es de visibilidad pública en la entrada de dicha empresa (Ver Figura 3). En ella aparecen tanto los datos de manera cuantitativa (lado izquierdo de la Figura 3) como representados en gráficas (lado derecho de la Figura 3).

Aunque de manera explicita no aparecen los valores agrupados según el alcance, si que se pueden distinguir:

- Alcance I: Recursos consumidos, únicamente los correspondientes a térmicos, ya que la empresa posee quemadores para generar calor.

- Alcance II: Recursos consumidos, los correspondientes a los consumos eléctricos.

- Alcance III: Este valor puede ser todo lo amplio que se desee, pero para acotar su impacto se limita a las emisiones correspondientes al transporte de los empleados, tanto en los viajes de desplazamiento al centro de trabajo como los correspondientes a viajes de trabajo. El valor se ve recogido en la gráfica "Emisiones por consumo: Transporte".

Además del análisis de las emisiones esta empresa controla la cantidad de emisiones que ha conseguido evitar mediante el apoyo de fuentes de energía renovable y el uso de vehículos no contaminantes como la bicicleta o coches eléctricos – hidrógeno. Todos estos valores están recogidos en la gráfica Emisiones evitadas de la Figura 3.

Una vez identificadas las fuentes de emisión se han de cuantificar todas ellas bajo las mismas unidades para poder compararse entre ellas y entre otras fuentes.

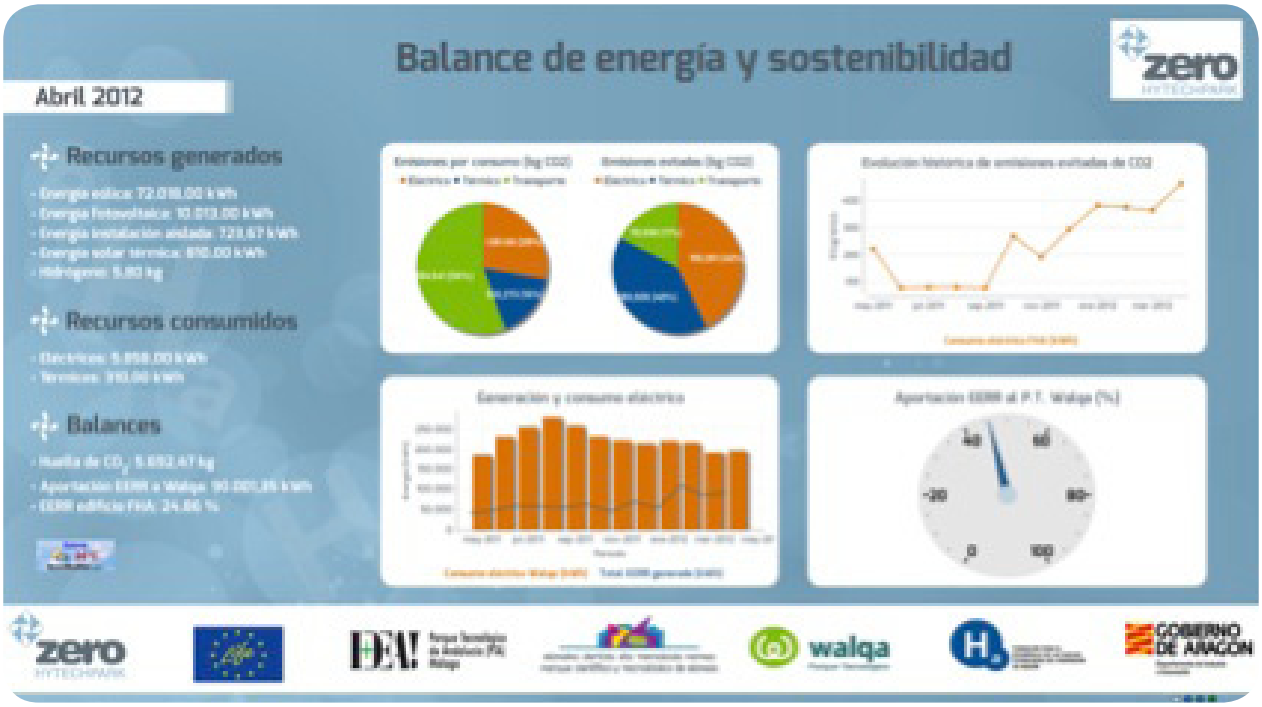

Figura 3. Pantalla de datos de cálculo de huella de carbono.

Por lo tanto el siguiente punto es poder cuantificar en cada fuente de emisión, o remoción, valores cuantitativos que muestren sus consumos o emisiones. Esto es cuanta energía eléctrica se ha consumido o cuantos kilómetros se ha recorrido en un viaje. En la Figura 3 se muestran los valores de recursos generados y consumidos en forma de kWh, valor que permite compararse entre ellos a un nivel de energías consumida o generada.

A modo de ejemplo, la toma de datos de los consumos eléctricos que puede tener una empresa se pueden obtener de las facturas eléctricas que emiten las empresas comercializadoras (ver Figura 4)

Para el caso concreto del transporte de los empleados la complejidad aumenta considerablemente, ya que entran en juego factores como la diversidad de los medios de transporte, la frecuencia de los mismos, etc.

En desplazamientos habituales, como los desplazamientos diarios al puesto de trabajo, se pueden realizar aproximaciones tales como considerar un vehículo tipo. Y para desplazamientos más puntuales, establecer criterios para su cálculo. En el caso del transporte las unidades que se suelen emplear son kilómetros, unidades que no son comparables a las unidades de energía comentadas anteriormente.

Con el fin de equiparar todas estas variables, se tienen los factores de emisión. La obtención de los mismos es compleja, ya que no existen organismos ni procedimientos establecidos para su cálculo. Así que para poder obtener datos comparables se han de buscar fuentes fiables.

La Comisión Nacional de la Energía publica de manera anual los factores de emisión de la generación eléctrica en España:

http://gdo.cne.es/CNE/resumenGdo.do?informe=etiquetado_electricidad

También la Organización Internacional de Aviación Civil publica los factores de emisión para los transportes por avión:

http://www.icao.int/ENVIRONMENTAL-PROTECTION/CarbonOffset/Pages/default.aspx

Para el transporte por carretera cada casa comercial suele publicar los factores de emisión de cada vehículo que vende. De manera general estos valores tienen como unidad gCO_2/100km, pero también se pueden presentar como gCO_2/lcombustible.

Por lo tanto, es importante saber, con antelación a la toma de datos, los factores de emisión. No es lo mismo cuantificar el transporte en consumo de combustible que en kilómetros recorridos.

Facturación

CONCEPTO	CÁLCULO	IMPORTE
TERMINO DE ENERGIA VARIABLE		639,05
	P1: 5.858 kWh x 0,10909 Eur/kWh = 639,05 Eur	
TERMINO FIJO DE POTENCIA	117 kW x 1,349426 x 3,793138 Eur/kW	443,80
ENERGIA REACTIVA		25,32
	P1: 84,8 kVArh x 0,041554 Eur/kVArh = 3,52 Eur, cos phi 0,93	
	P2: 524,72 kVArh x 0,041584 Eur/kVArh = 21,8 Eur, cos phi 0,87	
COMPLEMENTO DISCRIMINACION HORARIA		56,66
	P1: 40 % sobre 1.540 kWh x 0,091976 Eur/kWh = 56,66 Eur	
EXCESOS DE POTENCIA POR KW SEGúN PERIODO	x 1 MESES	0,00
IMPUESTO SOBRE LA ELECTRICIDAD	4,864 % sobre 1.164,83 Eur x 1,094113	59,55
IVA NORMAL	18 % sobre 1.224,38 EUR	220,39
	Total Factura	1.444,77 €

Figura 4. Factura eléctrica.