



CAMBIO CLIMÁTICO Y HUELLA DE CARBONO

**HUELLA DE CARBONO EN LA ESCUELA DE
MAGISTERIO DEL CAMPUS DE GIPUZKOA
(UPV/EHU)**

TRABAJO DE FIN DE GRADO

Kristina Arin Aguirrezabala

DIRECTORA: Verónica Castrillón Serna

Facultad de Economía y Empresa

Donostia, Septiembre 2018

En la actualidad el cambio climático se ha convertido en un tema delicado, tanto las instituciones gubernamentales como la sociedad son conscientes de las consecuencias que tiene nuestra actividad en el medio ambiente. Pero, ¿sabemos a ciencia cierta lo que supone a nuestro planeta una acción tan simple como ir a la universidad, el impacto que tiene sobre el planeta? En todos los medios de comunicación escuchamos que los gobiernos están tomando medidas para mitigar el cambio climático, pero, ¿sabemos qué medidas son estas?

Las emisiones de gases de efecto invernadero y otras sustancias traen consigo el calentamiento global, el cambio climático, la subida del nivel del mar o el agujero en la capa de ozono de la atmosfera. Pero aún quedan muchos interrogantes por resolver: qué efectos tienen estos cambios y hasta qué punto pueden afectar en nuestro día a día o a las generaciones futuras.

Además de abordar estas cuestiones, en este Trabajo Fin de Grado se va a calcular la Huella de Carbono en la Escuela de Magisterio de la Universidad del País Vasco en el campus de Gipuzkoa, metodología que permite calcular las toneladas de CO₂ emitidas a la atmosfera debido a una actividad.

Palabras clave: desarrollo sostenible, cambio climático, huella de carbono en universidades

Índice

1.	Introducción	5
2.	El desarrollo sostenible	7
2.1.	La preocupación por el medio ambiente	7
2.2.	El Club de Roma y los límites del crecimiento.....	10
2.3.	El Informe Brundtland	11
2.4.	La ambigüedad del término desarrollo sostenible.....	12
3.	El cambio climático	15
3.1.	El calentamiento global y el efecto invernadero.....	16
3.1.1.	<i>Evolución de la temperatura</i>	16
3.1.2.	<i>Emisiones de CO₂</i>	19
3.2.	La lucha contra el cambio climático	22
3.2.1.	<i>Acuerdos internacionales</i>	23
a)	La Convención Marco de Naciones Unidas	23
b)	El Protocolo de Kyoto	25
c)	La Cumbre de París	27
3.2.2.	<i>Instrumentos de regulación y de mercado</i>	30
3.2.3.	<i>Mercados de derechos de emisiones</i>	33
a)	Contexto histórico.....	36
b)	Funcionamiento	37
c)	Compensación de las emisiones	40
4.	La Huella de Carbono	43
4.1.	Concepto y metodología de cálculo de la Huella de Carbono.....	43
4.1.1.	<i>Huella de Carbono de una organización</i>	46
4.2.	Gestión ambiental en las empresas	48
4.2.1.	<i>Beneficios empresariales de la huella de carbono</i>	50
4.2.2.	<i>Respuestas empresariales</i>	53
5.	Cálculo de la Huella de Carbono en la Escuela de Magisterio del campus de Gipuzkoa (UPV/EHU)	57

5.1.	Presentación de la organización.....	58
5.2.	Definición de los límites	59
5.2.1.	Limites organizativos.....	59
5.2.2.	Limites operativos	60
5.3.	Selección del método de cálculo	62
5.4.	Recopilación de datos y selección de los factores emisión	63
5.4.1.	Alcance 1 (emisiones directas).....	63
a)	Consumo de gas natural	63
5.4.2.	Alcance 2 (emisiones indirectas).....	64
a)	Consumo de energía eléctrica	64
5.4.3.	Alcance 3 (otras emisiones indirectas).....	65
a)	Consumo de agua	65
b)	Construcción de edificios	66
c)	Movilidad	67
d)	Consumo papel	70
e)	Producción de residuos.....	72
5.4.4.	Resumen de los datos obtenidos	72
5.5.	Cálculo de las emisiones.....	74
5.5.1.	Calculo de la Huella de Carbono de 2015	75
5.5.2.	Cálculo de la Huella de Carbono de 2016	76
5.6.	Resultados	77
6.	Conclusiones	81
7.	Bibliografía.....	85
8.	Índice de figuras	90
9.	Índice de tablas	91
10.	Índice de gráficos.....	93
11.	Anexo 1: Datos de consumo de la universidad	94
12.	Anexo 2: Encuesta Movilidad	0

1. Introducción

El deterioro del medio ambiente se ha convertido en los últimos años en un tema de preocupación general, tanto, que muchos organismos, tanto público como privados, han mostrado su interés al implantar medidas orientadas a procurar su mitigación.

En la segunda mitad del siglo anterior se empezaron a observar efectos considerables en el medio ambiente debidos a la acción humana, entre otros; el agujero de la capa de ozono, el cambio climático y la subida del nivel del mar, y creó el concepto de desarrollo sostenible, una nueva forma de pensar y actuar para conseguir y asegurar un futuro.

Para garantizar un futuro sostenible es necesario tomar medidas en la actualidad, y para ello es necesario sensibilizar a la población de las consecuencias de sus actos. Con este trabajo se pretende colaborar en este objetivo de toma de conciencia y en la utilización de herramientas medioambientales eficaces en la obtención de información necesaria para evaluar el impacto que una actividad tiene sobre nuestro planeta.

Los objetivos de este trabajo son los siguientes:

1. Elaborar un marco teórico que permita una aproximación al concepto del desarrollo sostenible.
2. Analizar las principales causas y consecuencias del cambio climático, así como los acuerdos internacionales y medidas que se han ido adoptando para controlarlo.

3. Desarrollar la metodología de cálculo de Huella de carbono de una organización.
4. Aplicar la metodología de la Huella de Carbono al caso de la Escuela de Magisterio de del campus de Gipuzkoa de la UPV/EHU.

El trabajo está organizado, de acuerdo a los cuatro objetivos, en cuatro apartados. En el primero se aborda la cuestión del desarrollo sostenible, su origen y significado. En el segundo, se analizan las causas y consecuencias del cambio climático, así como los principales acuerdos internacionales e instrumentos de regulación adoptados para hacerle frente y poder asegurar un futuro a las siguientes generaciones. En la tercera parte se presenta la Huella de Carbono como indicador ambiental necesario para la medición y control de las emisiones de CO₂, principales responsables del cambio climático. Finalmente aplicamos la metodología de Huella de Carbono en la Escuela de Magisterio de la Universidad del campus de Gipuzkoa de la Universidad del País Vasco/ Euskal Herriko Unibertsitatea.

Por último, agradecer tanto al arquitecto del campus de Gipuzkoa como a la Escuela de magisterio de Gipuzkoa su colaboración y su disposición a la hora de facilitar los datos necesarios para el cálculo de la Huella de Carbono.

2. El desarrollo sostenible

2.1. La preocupación por el medio ambiente

En las últimas décadas se ha observado una creciente preocupación por el medio ambiente y el sostenimiento de los recursos naturales. El deterioro de la salud del planeta ha generado graves problemas como el cambio climático, el agujero en la capa de ozono y otros desastres que hoy en día son tema principal de preocupación en los medios de comunicación. Además de ser un tema de interés público, también es parte de posiciones éticas y estéticas, y tanto las instituciones públicas como las privadas tienen entre sus prioridades el desarrollo sostenible y la salud del planeta.

En el siglo XVIII los economistas franceses (llamados fisiócratas) ya hablaban de incrementar la producción de riquezas renacientes, es decir, renovables, sin deteriorar los bienes fondos. Pero la economía estándar consideraba que los recursos naturales eran fuente de utilidad potencial y no real, por lo que quedaban fuera de la ciencia económica. La ciencia económica actual se consolidó sobre esas críticas, ya que resultaban funcionales a la ideología y a las prácticas hasta entonces dominantes en la sociedad industrial. Al identificar la riqueza con el dinero obtenido, lo único que siguió teniendo importancia fue la de incrementar los beneficios obtenidos de la producción (Naredo & Parra, 1993):

Hasta que las consecuencias del desarrollo económico no fueron visibles e inevitables los economistas no prestaron atención al lado oscuro del proceso económico. Su campo de acción se centraba solo en el valor monetario que creaba el proceso, era la economía de la física, es decir, la

termodinámica, la que registraba las pérdidas irreversibles del proceso físico.

Era la economía de la naturaleza, la ecología, la que advertía de que el desarrollo económico actual debería ser transformado, para que fuese compatible con el bienestar del planeta. Después de esto, el factor ambiental fue considerado un problema sistémico. El desarrollo económico y social de la humanidad no era compatible con el equilibrio ecológico del planeta.

Las empresas evitan el deterioro patrimonial con la amortización, asegurando que las ventas de sus productos les permitan amortizar el valor por las que obtuvieron los bienes fondos. Si estos bienes fondos no son reproductibles, una vez liquidados, la empresa podría trasladar su actividad a otros recursos sin quebrantar el valor monetario de su patrimonio. Pero si esto se ampliara a nivel estatal o planetario, los límites de las dotaciones de los bienes fondo disponibles, rompen con los principios del razonamiento monetario y el registro contable de la empresa privada. En este caso la amortización pierde sentido ya que a nivel mundial no es posible mantener ese nivel de extracción y consumo en los bienes fondo irreversibles. En este caso el destino de los bienes fondo debe apuntar a la conservación y mejora de tales objetos y no hacia el consumo y la amortización en dinero que se llevaba hasta el siglo pasado.

Si algo está claro es que la idea de los fisiócratas no prosperó por el mero hecho de que el mundo industrial actual está basado precisamente en el deterioro del stock y los bienes fondo, ya que se crearon patrones de vida insostenibles e inaplicables a escala planetaria, sin embargo, la humanidad se desvinculó de ver tales problemas con el único pensamiento, que si una materia prima amenazase con agotarse el problema se resolvería con la sustitución por otra materia para tales fines. Por otro lado, este desentendimiento, vino en base al optimismo tecnológico - "ya inventaremos

algo cuando llegue el momento”-, pensamiento que se contradice con el que profetiza la catástrofe como resultado del crecimiento ilimitado.

Los principales problemas de la humanidad según el ecólogo E. Kormondy son las tres “p” es decir; pollution, population and poverty, lo que en español conocemos como contaminación, crecimiento demográfico y pobreza. Lo que es importante subrayar es que abarcar estos tres problemas individualmente es y sería un error, más bien se deben de ver parte de un conjunto ya que todas ellas están ligadas entre sí. Es decir, en el caso del crecimiento demográfico es imprescindible compararlo con la contaminación, así se ve el crecimiento humano en un mundo finito.

El punto de partida más acertado hoy en día para lograr cierto consenso es la definición de desarrollo que propone la Comisión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo (World Commission on Environment and Development) de la ONU, que según esto, desarrollo viable sería “el conjunto de vías de progreso económico, social y político que atienden a las necesidades del presente sin comprometer las capacidades de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades” (Naredo & Parra, 1993).

Por el modo en el que funciona el mundo hoy en día sería acertado afirmar que la cuestión medioambiental está en manos de los poderes políticos, aunque haya instrumentos científicos para la gestión y mejora del medioambiente, relacionados con el modelo social y planetario que se establezca. Pero en este proceso el mundo está dividido en dos sociedades: la desarrollada y la subdesarrollada, ya que las prioridades y los valores de dichas sociedades son distintas. Pocas palabras tienen hoy en día el poder de hacer reflexionar o incluso cambiar la opinión pública como la palabra “conservación de los recursos naturales”, por ello se ha convertido parte imprescindible de las campañas políticas.

En el ámbito público se encuentra un factor que en ámbito privado no existe y que tiene mucho poder, opinión social. Por otro lado, no solo se requiere mucha comprensión por parte de las personas e instituciones que ejecutan dichas medidas, sino de ambas partes.

2.2. El Club de Roma y los límites del crecimiento

Fue en la década de los 60 cuando se empezó a tomar consciencia a nivel mundial de los problemas ecológicos que estaban surgiendo. El Club de Roma fue la primera institución privada que tomó cartas en el asunto. Se constituyó en el año 1968 de la mano de una serie de personalidades de distintos ámbitos de la sociedad que buscan la promoción de un crecimiento económico estable y sostenible de la humanidad y encargaron un informe a un grupo de investigadores del Massachusetts Institute of Technology (MIT), comúnmente conocido como *Informe Meadows* (Meadows, 1992). Los resultados fueron publicados en marzo de 1972 bajo el título *Los Límites del Crecimiento*.

En el informe se planteaba que “si la industrialización, la contaminación ambiental, la producción de alimentos y el agotamiento de los recursos mantienen las tendencias actuales de crecimiento de la población mundial, este planeta alcanzará los límites de su crecimiento en el curso de los próximos cien años. “El resultado más probable sería un súbito e incontrolable descenso, tanto de la población como de la capacidad industrial” (Meadows, 1992). El informe propugnaba, además, entre otras cosas, el crecimiento cero para los países desarrollados como respuesta a la situación de deterioro ambiental.

Ante las críticas recibidas por el primer informe, el club emitió un segundo informe en 1974 (Mesarovic y Pestel, 1974) más moderado, en el que se

defiende un crecimiento orgánico, entendido como un crecimiento que tiene un límite, que es lo que le ocurre a todo organismo vivo (*Bermejo, R., 2014*).

Años más tarde numerosos autores empiezan a desarrollar conceptos que integran la variable ecológica en la economía. Pero no fue hasta la década de los 80 cuando todos estos cambios y problemas empezaron a verse como un conjunto de consecuencias del desarrollo insostenible que se estaba llevando a cabo en el planeta, que abarcaban problemas tales como cambios ambientales, escasez de recursos, contaminación de los océanos, destrucción de la capa de ozono y de los bosques y la escasez de agua potable. Junto con estas consecuencias visibles se empezó a hablar del cambio climático y la contaminación química del planeta.

2.3. El Informe Brundtland

Para entender la necesidad y la razón del informe Brundtland es necesario ponerse en la situación del momento histórico que vivía la humanidad. Después de la Segunda Guerra Mundial vino la era del mayor crecimiento económico de la historia del capitalismo. La paz que se creó después de la guerra trajo el sentimiento y la creencia de que los países subdesarrollados podían seguir los pasos de los países desarrollados, conocida como la teoría de Rostow. Por otro lado, se propagó la idea de que los recursos planetarios eran ilimitados y, por lo tanto, el crecimiento económico también era ilimitado.

En 1987 las Naciones Unidas publicaron el informe *Nuestro Futuro en Común* (1987), conocido como *Informe Brundtland*, en el que se descartó la idea del crecimiento ilimitado que se buscaba hasta entonces y se planteó la necesidad de transformar la forma actual de producción y consumo. El Informe Brundtland, constituye un hito porque es la primera asunción institucional del

concepto de desarrollo sostenible y por el órgano que lo avala, Naciones Unidas.

El *desarrollo sostenible*, se define como aquel que “permite satisfacer nuestras necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las suyas”.

A la vez que se extendía la preocupación por la *sostenibilidad*, se subrayaba implícitamente, con ello, la insostenibilidad del modelo económico hacia el que nos ha conducido la civilización industrial. Es decir, lo que el Informe Brundtland matizaba y dejaba claro era que el objetivo de la economía y la humanidad no debía ser el crecimiento, sino el crecimiento sostenible, explicando los problemas ecológicos y económicos actuales para concienciar a la población de la situación y salud real de nuestro planeta. (Bermejo, R., 2014)

2.4. La ambigüedad del término desarrollo sostenible

Con el fin de acabar con la variedad de definiciones existentes, el Informe de Brundtland dio al concepto de desarrollo sostenible los dos conceptos que la sustenta. “Por un lado, el concepto de necesidades, en particular las necesidades esenciales de los pobres, y por el otro lado, la idea de limitaciones impuestas por el estado de la tecnología y la organización social en la capacidad del medio ambiente para satisfacer las necesidades presentes y futuras.” (Bermejo, R., 2014). En cuanto a no comprometer el bienestar de las generaciones futuras, Robert M. Solow, premio Nobel en 1987, defendió que lo que debe ser conservado es el valor del stock de capital con la cual cuenta la sociedad, y según la cual las generaciones futuras tendrían la posibilidad de generar bienestar económico.

El objetivo del *desarrollo sostenible* del IB tuvo muy buena acogida internacional, pese a que otras propuestas anteriores no habían conseguido prosperar: desde la formulada por los fisiócratas franceses del siglo XVIII de aumentar las *riquezas renacientes* sin menoscabo de los *bienes fondo*, hasta las preocupaciones por la *conservación* en la década de los sesenta o por el *ecodesarrollo* de principios de los setenta “y se debió en buena medida al halo de ambigüedad que la acompaña: se trata de enunciar un deseo tan general como el antes indicado sin precisar mucho su contenido ni el modo de llevarlo a la práctica (...) Sólo precisando las metas se podrán elegir instrumentos de medida apropiados para ver si nos alejamos o no de ellas y para evaluar las políticas y los medios utilizados para alcanzarlas.” (Naredo, 1996).

El origen de esta ambigüedad procede del intento de hacer compatibles el “crecimiento económico” con la “idea de sostenibilidad”, “cuando cada uno de estos dos conceptos se refieren a niveles de abstracción y sistemas de razonamientos diferentes” (Naredo,1996): el crecimiento, en la lógica de los agregados monetarios homogéneos, mientras que la sostenibilidad en la de los procesos físicos singulares y heterogéneos. Para ello es necesario sacar la economía de su universo aislado de los valores de cambio y abrir el enfoque actual que existe sobre el sistema económico, para que se convierta en una economía de los sistemas.

El Informe Bruthland no consiguió aplacar la ambigüedad que ofrece este término que hoy en día aún sigue siendo utilizado en ámbitos muy generales dando pie a diversas teorías, como la teoría de las tres sostenibilidades, la teoría de la desmaterialización, y una nueva corriente emergente: la del decrecimiento sostenible.

La teoría más conocida comúnmente es la teoría de la “triple sostenibilidad”, organizaciones internacionales como la Unión Europea, OCDE y el Banco

Mundial defienden esta teoría. La sostenibilidad no sólo abarca la dimensión ambiental, sino que también abarca la economía y la social, así complementando las tres dimensiones. Esta interpretación supone una gran diferencia con lo que define el Informe Brundtland, ya que pasa de dos dimensiones (económica y social) a tres dimensiones que se complementan entre ellos.

Siguiendo con otra de las teorías, nos encontramos con la teoría de la desmaterialización, esta teoría defiende el crecimiento ilimitado y al mismo tiempo la disminución del consumo de recursos y los impactos ambientales. Esta teoría fue aceptada por varias instituciones internacionales (la OCDE, la Unión Europea, y algunos gobiernos europeos), como ejemplo de ello tenemos el texto del Consejo Europeo, 2006, que de acuerdo con esta teoría dice lo siguiente: El primer “objetivo clave” de la Estrategia revisada de DS es “prevenir y reducir la contaminación ambiental y fomentar el consumo y la producción sostenibles para romper el vínculo entre crecimiento económico y degradación” (Bermejo, R., 2010).

3. El cambio climático

La Tierra es un sistema abierto de energía, pero cerrado de materiales, salvo en ocasiones excepcionales de meteoritos. Por lo general, es mucho más simple convertir un material en energía que viceversa, y por ello la gestión de estos materiales se convierte en problema a largo plazo, es decir, la escasez de los recursos naturales y el aumento de los residuos. Pero los mayores problemas que conlleva el uso de materiales están relacionados con el “agujero en la capa de ozono” y el “calentamiento global”, los problemas más visibles del deterioro de la habitabilidad del planeta. La capa de ozono retiene la radiación ultravioleta procedente del sol, facilitando así la existencia de los seres vivos. El agujero en esta capa, entonces, deja pasar mayor cantidad de esta radiación.

La Tierra a su vez emite hacia el espacio gran cantidad de radiación de baja energía. El calentamiento de la atmósfera aparece entonces por la retención de estas emisiones por parte de algunos de los gases que pueblan la atmósfera, principalmente el agua, el CO₂, el metano y otros gases de efecto invernadero (GEI). Cuando la cantidad de estos gases aumenta, mayor es el calentamiento global.

Según la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (1992) (Unidas, Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático, 1992):

“Por *cambio climático* se entiende un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables.

Por *efectos adversos del cambio climático* se entiende los cambios en el medio ambiente físico o en la biota resultantes del cambio climático que tienen efectos nocivos significativos en la composición, la capacidad de recuperación o la productividad de los ecosistemas naturales o sujetos a ordenación, o en el funcionamiento de los sistemas socioeconómicos, o en la salud y el bienestar humanos.”

La comunidad científica lleva trabajando en este proceso algunas décadas intentando analizar el cambio climático, sus posibles impactos y las posibilidades de adaptación, ejemplo de ello es, el quinto informe de evaluación elaborado y publicado en 2007 por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), organismo creado en 1998.

3.1. El calentamiento global y el efecto invernadero

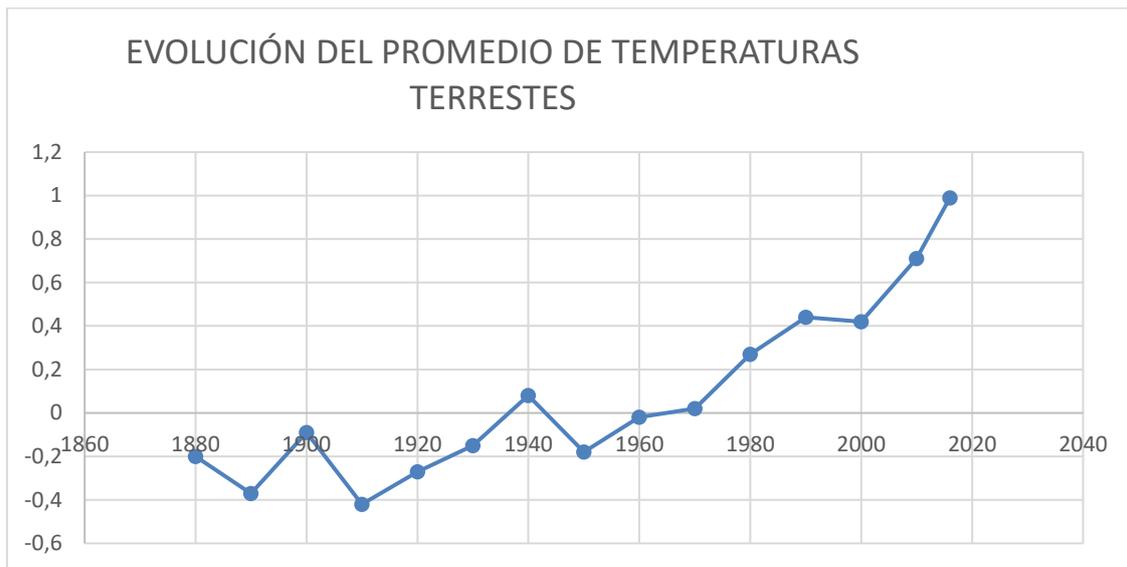
Una de las razones del cambio climático se debe a elevación de la temperatura de la atmosfera debida al stock acumulado de dióxido de carbono. Hay una aceptación total en el mundo científico internacional respecto a que la temperatura media del planeta ha aumentado de forma ininterrumpida en los últimos cien años y que si no se hace algo al respecto esta situación traerá consecuencias irreversibles a la humanidad. Esto se debe a la actividad humana y sin lugar a dudas a la emisión de gases de efecto invernadero que se producen en el proceso de fabricación y consumo de bienes materiales.

3.1.1. Evolución de la temperatura

Como anteriormente hemos comentado una de las principales consecuencias del cambio climático es el calentamiento global que conlleva un aumento de

temperaturas en el mundo. Si analizamos la evolución que se ha vivido en el planeta en los últimos años queda en evidencia este factor. En el siguiente gráfico se puede ver el promedio de las temperaturas a lo largo de los años.

Gráfico 1: Evolución del promedio de temperaturas terrestres



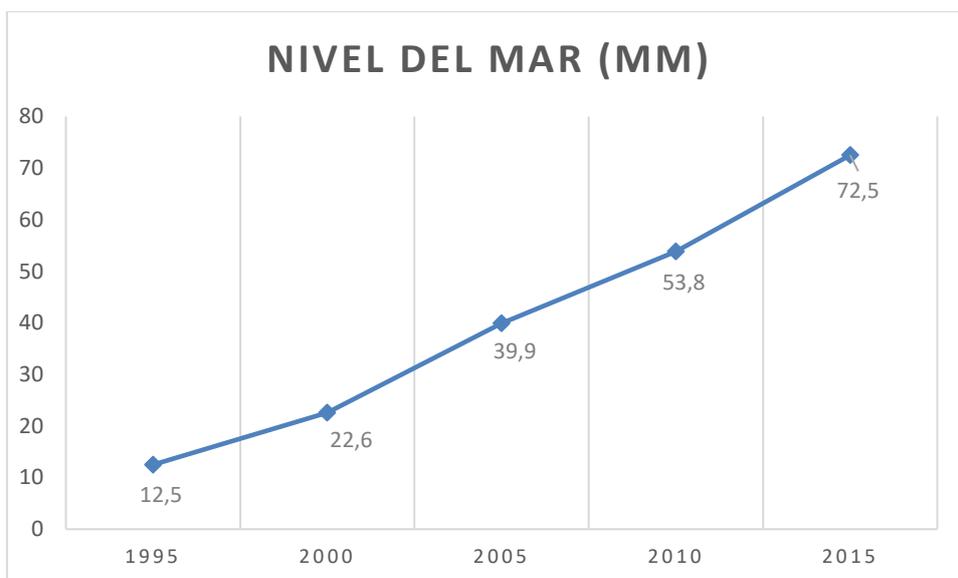
Fuente: (Banco Mundial, 2017) y elaboración propia

Como se puede observar en el gráfico la evolución de la temperatura global ha crecido considerablemente en las últimas décadas debido a la industrialización que está viviendo el mundo de hoy en día. Si el promedio de la temperatura sigue creciendo traerá considerables consecuencias a la humanidad. Por ello es necesario tomar las medidas y anticiparse a las consecuencias. Aunque en el gráfico los datos estén tomados cada diez años, para poder ver la evolución que se ha vivido en los últimos años el último dato se tomó en 2016 ya que este es el último dato que conocemos.

El incremento de la temperatura de la superficie conlleva varios efectos en cadena que se están viviendo en el planeta. Por un lado, la fusión de glaciares y deshielo que están sufriendo los polos, que a su vez lleva al aumento del nivel del mar y tiene un efecto directo en las costas de todo el mundo.

En el siguiente gráfico se puede ver la evolución que está sufriendo el nivel del mar calculado en (mm), como se puede ver en el gráfico el crecimiento del nivel del mar es gradual. Esto afecta de forma muy directa a nuestro planeta ya que si el crecimiento sigue por este camino el mapa terrestre tal y como lo conocemos hoy en día desaparecerá.

Gráfico 2: La evolución del nivel del mar (MM)



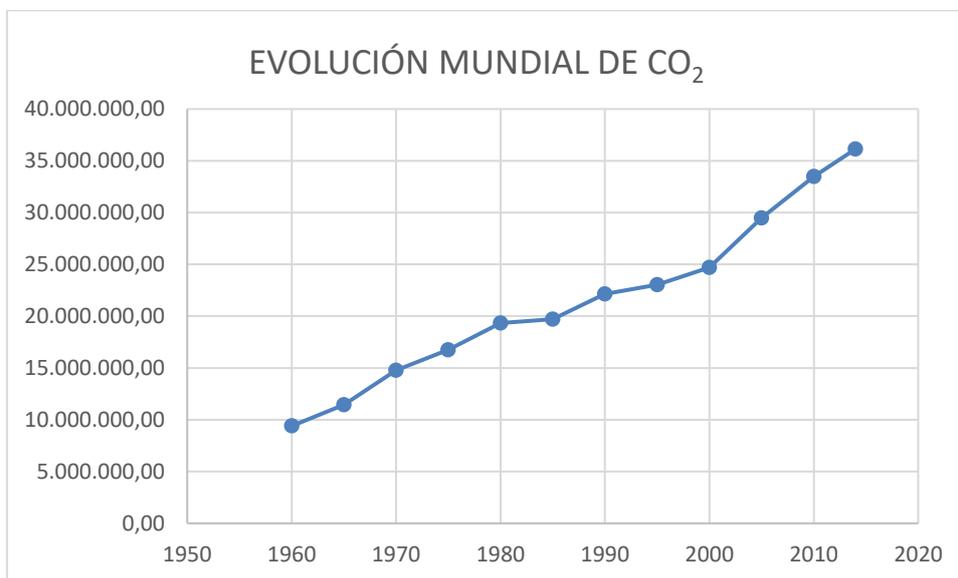
Fuente: (Global Climate Change, 2018) y elaboración propia

3.1.2. Emisiones de CO₂

La elevación de la temperatura de la atmosfera es debida al stock acumulado de dióxido de carbono que conlleva a la consecuencia del calentamiento global.

Las emisiones de CO₂ han aumentado desde la revolución industrial, las emisiones de gases efecto invernadero son cada vez más elevadas. Los datos de países como Estados Unidos y China son similares, aunque si lo miramos por habitante Estados Unidos ocupa el primer puesto con un % 50 más de emisiones por habitante, siguiéndoles India, Rusia y Japón en el respectivo orden. Hoy en día China ha superado con creces las emisiones de CO₂ que Estados Unidos emite, pero la cifra de emisiones varía si nos fijamos en las emisiones per cápita.

Gráfico 3: Evolución mundial de las emisiones de CO₂

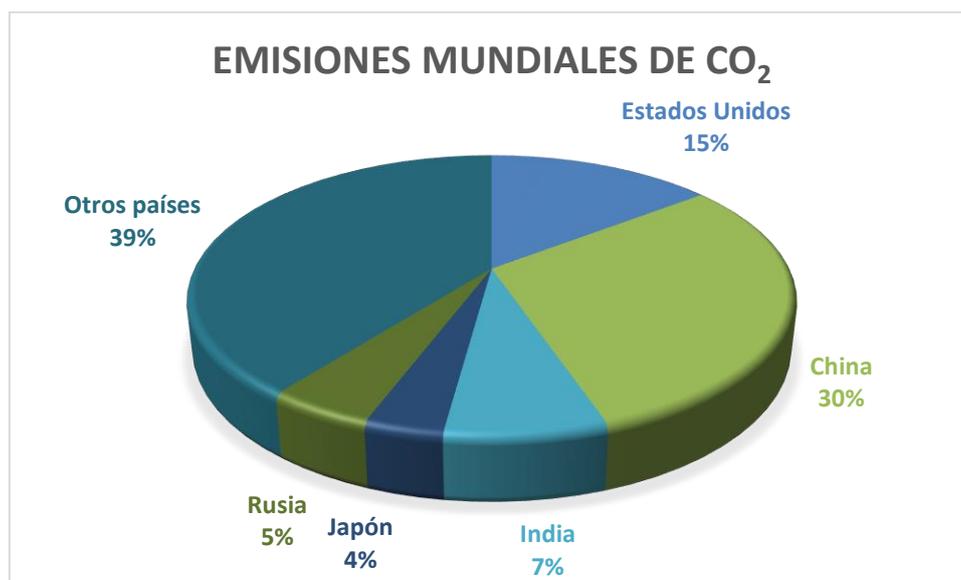


Fuente: (Banco Mundial, 2018) y elaboración propia

En el gráfico 3 se puede ver la evolución que han tenido las emisiones de CO₂ emitidas globalmente en las últimas décadas. Como se puede apreciar en el gráfico en los últimos años el aumento de gases crece cada año en un porcentaje más alto que en el anterior.

Después de ver la evolución que está teniendo a nivel global las emisiones de CO₂, es interesante analizar estas emisiones, pero teniendo en cuenta los países mencionados anteriormente para ver qué porcentaje de las emisiones globales abarcan.

Gráfico 4: Emisiones mundiales de CO₂ (2016)



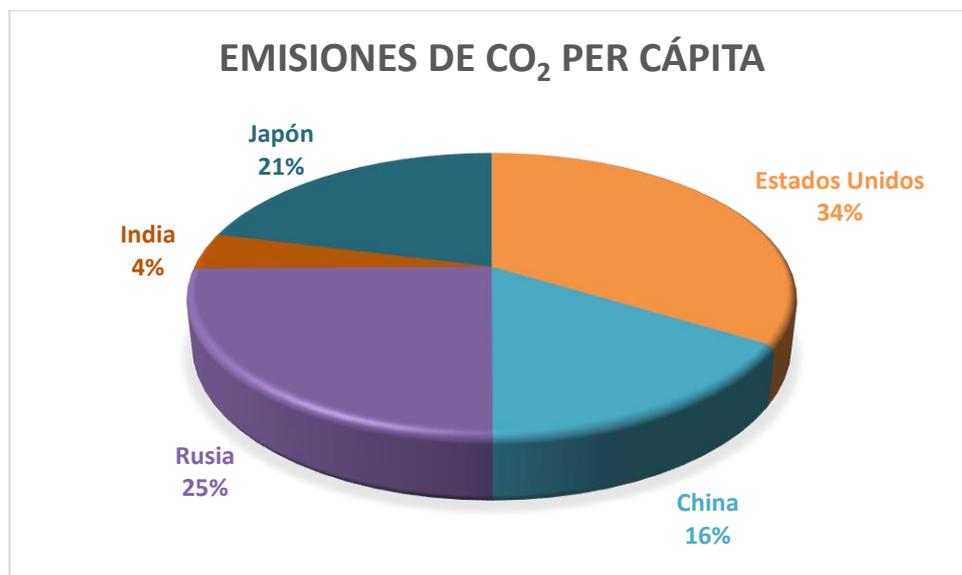
Fuente: (Datos Macro, 2017) y elaboración propia

Tal y como se puede apreciar en el gráfico si tenemos en cuenta el total de emisiones que se emiten en el mundo se puede decir que la mayor parte de las emisiones se generan en unos pocos países. En el año 2016 las emisiones

totales del mundo fueron de una cantidad de 34.485.974 (Kts) de las cuales el 61 % las emitieron 5 países. El ranking la encabeza China con el 30 % de las emisiones, y hay que subrayar que Estados Unidos lo sigue con un 15 % de las emisiones, aunque es importante decir que este cambio es algo nuevo ya que hasta ahora Estados Unidos siempre ha obtenido el primer puesto. Esto se debe al desarrollo que está viviendo China en los últimos años.

Teniendo en cuenta que 5 países abarcan el 61 % de las emisiones de CO₂ a la atmosfera es interesante mirar sus proporciones teniendo en cuenta cuantos habitantes viven en cada país, es decir, según la per cápita, en el siguiente gráfico se observan las emisiones de CO₂ a la atmosfera de esos 5 países.

Gráfico 5: Emisiones de CO₂ per cápita de los países que más CO₂ emiten



Fuente: (Banco Mundial, 2017) y elaboración propia

En el gráfico se muestra el ranking de los países que más emisiones de carbono dióxido emiten per cápita: cuando tenemos en cuenta la población de

cada país y nos fijamos en países de población muy elevada, China e India presentan menores emisiones per cápita en comparación a Estados Unidos y Rusia. Es decir, si tenemos en cuenta la relación entre la población y los gases emitidos China, el país de mayores emisiones totales, pasaría a un cuarto puesto en emisiones per cápita.

Finalmente decir, que el problema de las emisiones de CO₂ consiste en que las moléculas de dióxido de carbono tienen una alta permanencia en la atmosfera. El cambio climático no lo genera el flujo neto de las emisiones, sino el stock acumulado.

3.2. La lucha contra el cambio climático

Siguiendo el común consenso que la actividad humana está teniendo grandes efectos negativos en el planeta, los gobiernos han llegado a la conclusión que se deben tomar medidas para poder minimizar los efectos del cambio climático. Para ello es necesario que todos los países cooperen de una forma más amplia, en este proceso se han ido realizando varias medidas que explicaremos a continuación.

A continuación, analizaremos el Convenio que dio inicio a los protocolos que vinieron más adelante en el proceso de intentar disminuir los efectos del cambio climático. Estos son los instrumentos jurídicos que disponen las Naciones Unidas en el proceso de ralentizar y minimizar el cambio climático.

3.2.1. Acuerdos internacionales

a) La Convención Marco de Naciones Unidas

La Convención Marco de Naciones Unidas fue adoptada en 1992, aunque no entró en vigor hasta el marzo de 1994, y recoge los compromisos tomados por los países cooperantes en este convenio. En el artículo 2 de la Convención Marco de Naciones Unidas se establece lo siguiente:

«El objetivo último del presente Convenio y de todo instrumento jurídico conexo que adopte la Conferencia de las Partes es conseguir, de acuerdo con las disposiciones pertinentes del Convenio, *la estabilización de las concentraciones de gases con efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropogénicas peligrosas en el sistema climático*. Este nivel debería lograrse dentro de un plazo su cliente para que los ecosistemas se adapten de forma natural al cambio climático, para asegurar que la producción de alimentos no se vea amenazada y para permitir que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible.»

En este convenio no se definen medidas concretas que se deben tomar para menguar el impacto del cambio climático, sino que trata de reforzar la conciencia pública a nivel mundial sobre los problemas relacionados con el cambio climático. Pero cuando vieron que estas medidas quedaban lejos de ser suficientes, medidas como; promover la gestión sostenible, cooperar en las gestiones para la adaptación al cambio climático etc., los gobiernos acordaron añadir una adición al convenio Marco de las Naciones Unidas conocida como, el Protocolo de Kyoto, que cuenta con más medidas energéticas.

Los países que en un principio ratificaron este acuerdo fueron 50, en la siguiente imagen se puede apreciar cómo se dividen los países según el convenio:

voluntariamente cuando estén suficientemente desarrollados. Finalmente tenemos a los países en rojo que simplemente son países observadores que no toman parte de este convenio.

Estos países se comprometieron a preparar y presentar informes periódicamente, denominados comunicaciones nacionales. En los informes se deben presentar las emisiones de GEI emitidas y explicar las medidas que se han adoptado y los planes que se ejecutarán para aplicar la Convención.

Por otro parte, la Convención obliga a las Partes a poner en práctica programas y medidas nacionales para controlar las emisiones de GEI y adaptarse a los efectos de cambio climático. Las Partes también se comprometen a promover el desarrollo y la utilización de tecnologías que no perjudiquen al clima; educar y sensibilizar a la sociedad. (Eco-Huella, 2015)

b) El Protocolo de Kyoto

En 1995 se iniciaron las negociaciones para fortalecer la respuesta mundial al cambio climático y en 1998 se adoptó el Protocolo de Kyoto, que obliga jurídicamente a los países desarrollados a cumplir unas metas de reducción de las emisiones.

Este protocolo estableció mecanismos de actuación por parte de organismos existentes.

El **Protocolo de Kyoto** es un **protocolo** de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), y un acuerdo internacional que tiene por objetivo reducir las emisiones de seis gases de efecto invernadero que causan el calentamiento global.

Una de las características del PK es que hace una diferencia entre los países desarrollados y los subdesarrollados o emergentes. El objetivo de este

Los países que se encuentran en verde significan que han firmado y ratificado en Protocolo de Kyoto. Los que se encuentran coloreados en color carne, significa que han firmado en protocolo pero que la ratificación ha sido rechazada. Los países que se encuentran en rojo significan que han abandonado el Protocolo de Kyoto y finalmente los países que no se encuentran coloreados significan que no se han posicionado y que son meros observadores.

c) La Cumbre de París

Una vez finalizado el primer periodo del protocolo se emprendió el segundo periodo del protocolo que acabara en 2020. Pero habiendo visto los resultados obtenidos en la primera fase del proceso en 2015 se celebró una cumbre en París, en la cual se alcanzó un acuerdo histórico con el objetivo de combatir el cambio climático y acelerar las acciones y las inversiones necesarias para un futuro sostenible con bajas emisiones de carbono. Agrupando por primera vez todas las naciones bajo una causa común: realizar ambiciosos esfuerzos con el objetivo de combatir el cambio climático y adaptarse a sus efectos, con mayor apoyo para ayudar a los países en vías de desarrollo a que lo hagan. Así definiendo un nuevo camino en el esfuerzo climático a nivel mundial. (Naciones Unidas, s.f.)

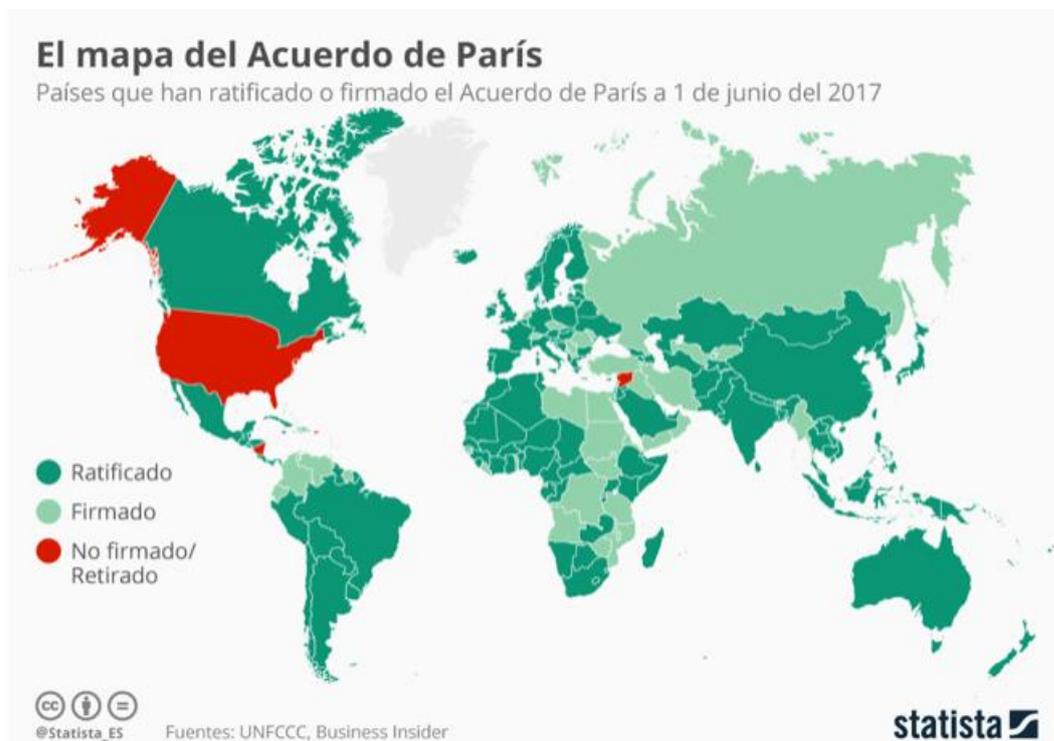
El objetivo principal de este acuerdo es la de reforzar la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático manteniendo el aumento de la temperatura mundial de este siglo por debajo de los 2°C con respecto a los niveles preindustriales y proseguir con los esfuerzos para reducirlo aún más el aumento de la temperatura a 1,5°C. Sin lugar a dudas este acuerdo ha sido el acuerdo que más unanimidad ha tenido ya que desde el principio 175 países lo

firmaron, esto también se debe al impulso dado por parte de China y Estados Unidos los dos principales países emisores de GEI.

A diferencia del Protocolo de Kyoto, donde solo los países desarrollados estaban obligados a aplicar las reducciones de GEI, ahora todos los que firmen el Acuerdo de París deberán presentar planes para la mitigación de gases GEI. Pero es importante subrayar que cada país fija sus metas de reducción de emisiones que considera oportunas.

Los recortes voluntarios fijados por cada país se pondrán en marcha en 2020, después de que acabe la segunda fase del Protocolo de Kyoto, para que los dos acuerdos no se solapen del cual Estados Unidos y China quedan fuera. Este acuerdo espera ver resultados para el año 2025, y cada 5 años los países deberán de presentar nuevos planes de reducción de gases. Los próximos años son críticos ya que se deben de establecer los mecanismos claros de control y contabilidad de las emisiones mundiales o la financiación para las políticas de adaptación. Pero para el inicio de este acuerdo, es decir, para el 2020 deben de existir mínimo 100.000 millones de dólares de fondos, que principalmente los pondrán los países desarrollados para ayudar a los países más vulnerables frente al cambio climático. (El país, 2016)

Figura 3: Imagen global del Acuerdo de París



Fuente: (World Economic Forum, 2017)

Como se puede ver en la imagen superior son pocos los países que no forman parte del Acuerdo de París para reducir las emisiones de los GEI y poder frenar el calentamiento global. El 1 de junio de 2017 solo dos países no habían firmado o ratificado el tratado aun, es decir, Siria y Nicaragua, pero hay un tercer país que se les sumo a estos países, Estados Unidos siendo así el primer país en retirarse del tratado. Hay que subrayar que 146 países lo han ratificado y otros 48 han firmado el tratado.

Pero según el departamento especializado en cambio climático de la ONU los planes que los países firmantes han presentado no serán suficientes para alcanzar los objetivos impuestos de que el aumento de temperatura a final de siglo se quede por debajo de los 2°C. Con los planes actuales a final de siglo el

aumento de temperatura se situaría entre 2,9 y 3,4°C según los cálculos de la Agencia de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP).

Para poder solucionar la brecha que aún existe entre la realidad y el objetivo impuesto es esta; para el 2030 se necesita que las emisiones mundiales de GEI ronden los 40 giga toneladas anuales. Pero según los planes presentados por los países participantes su emisión anual para ese año sería de 56,2 giga toneladas, es decir, 16,2 giga toneladas más de lo que se debería, por ello los países se han comprometido a revisar los planes previstos.

Uno de los factores clave para que tantos países firmasen el acuerdo de primeras fue que este acuerdo no contempla sanciones. Además, las reducciones no se imponen desde fuera, sino que es cada país el que dice hasta dónde está dispuesto a recortar sus gases de efecto invernadero.

3.2.2. Instrumentos de regulación y de mercado

La política económica dispone de varios instrumentos para incidir en el proceso y en los impactos que el cambio climático supone. Entre estos instrumentos se encuentran los *instrumentos de regulación* y los *instrumentos de mercado* los dos principales grupos a la hora de hablar sobre los instrumentos existentes, aunque también exista un tercer grupo llamado los *otros instrumentos*. Entre las virtudes de los instrumentos de mercado está que se permite a las empresas adoptar sus propias medidas y las más convenientes para su desarrollo.

Es necesario aclarar que la reducción de emisiones no la generan los instrumentos directamente, sino la influencia que éstos puedan tener en el comportamiento de productores y consumidores, las inversiones realizadas por las empresas o los gobiernos y las innovaciones en tecnologías y productos. (Vegara, Busom, Colldeforns, & Guerra, 2009)

En el siguiente esquema se puede ver la clasificación y los diferentes instrumentos que se encuentran el entre las regulaciones:

Figura 4: Clasificación de los diferentes instrumento de regulación



Fuente: (Vegara, Busom, Coldeforns, & Guerra, 2009) y elaboración propia

En el primer grupo podemos encontrar instrumentos de regulación, que se caracterizan por establecer normas de cumplimiento obligatorio, se puede decir que son los instrumentos tradicionales y propios de la acción pública, y son los instrumentos dominantes en las políticas ambientales de los países.

La clasificación se da en dos subgrupos, la fijación de estándares, es decir, regulando ciertos factores del proceso, y los permisos de actividades. Pero para este tipo de instrumentos es necesario estar informado y cuando sea razonable imponer similares condiciones a empresas y entidades diferentes, como también puede ser la prohibición un tipo de regulación.

El problema de estos instrumentos de regulación consiste en, la existencia de tecnologías conocidas y disponibles a mayor o menor coste, o de productos sustitutos en el mercado si se trata de prohibiciones. Por otro lado, está el problema de la vigilancia y control del cumplimiento de las regulaciones y el coste que conlleva a la administración, por ello es necesario encontrar el equilibrio entre un sistema de multas y los costes de vigilancia y control.

En el segundo grupo encontramos los instrumentos económicos o de mercado, estos instrumentos utilizan la reacción de consumidores y productores a las condiciones del mercado para poder influir en su comportamiento, siempre y cuando sea favorable para el medio ambiente. Consisten en la capacidad del mercado para sintetizar información en relación con las condiciones agregadas de oferta y demanda y los precios resultantes.

Uno de los subgrupos en esta clasificación es la de los impuestos ambientales (sobre productos o sobre emisiones), es decir, el gobierno fija un impuesto que modifica el precio final del input. Una de los impuestos más conocidos es el impuesto asociado a la emisión sobre el dióxido de carbono y sobre los otros gases que causan el efecto invernadero. Esta es una de las medidas más conocidas y defendidas para poder internalizar los costes sociales ocasionados. Por otro lado, se encuentran las subvenciones que funcionan como los impuestos, pero justo en el sentido contrario. Mientras que un impuesto aumenta el coste de un input una subvención disminuye el coste del tal. Finalmente se encuentra la subcategoría de derechos de emisión o

permisos negociables, es decir, la autoridad fija una cantidad máxima de emisión de contaminantes y crea un mercado de derechos para que sean las empresas las que fijen el precio final de los derechos.

Las dos subcategorías son las que tienen un efecto directo sobre los precios percibidos, tienen que ser coherentes entre sí y con los otros impuestos y subvenciones existentes. Finalmente decir que el hecho de establecer una cantidad y una presión no son excluyentes entre sí, y que se pueden diseñar instrumentos de mercado *híbridos* que, aunque sean más complejas pueden llegar a ser más eficaces.

Finalmente, tenemos el último grupo de instrumentos, aunque se puede decir que estos instrumentos funcionan gracias al funcionamiento del mercado. Entre estos instrumentos tenemos los sistemas de garantías, es decir, depositar fianzas al inicio de una actividad, sistemas de seguros ambientales, suscribir seguros para hacer frente a un daño ambiental a la naturaleza, y finalmente, compromisos ambientales basados en la información y la persuasión, la responsabilidad social corporativa de las empresas y la modificación de comportamientos y hábitos de consumo por auto convencimiento.

3.2.3. Mercados de derechos de emisiones

Los mercados de derechos de emisiones de los gases efecto invernadero constituyen un importante instrumento de las políticas de reducción de las emisiones.

Volviendo al principal instrumento que han incorporado Gobiernos, organismos financieros y las grandes empresas para abordar el cambio climático, es decir, el mercado de emisiones, ha fracasado. Es un programa multimillonario que

cuyo objetivo es que aquellos que contaminen puedan pagar a otro para que se encargue de limpiar sus destrozos, en vez de hacerlo ellos mismos.

Aun teniendo en cuenta los esfuerzos del Protocolo de Kyoto, el mercado de las emisiones no ha conseguido cambiar la forma en que adquirimos y usamos la energía y ha atajado las reivindicaciones que abogan por las reformas básicas necesarias. Con esto se ha conseguido premiar a los actores que contaminan y al mismo tiempo se ha conseguido incrementar las injusticias sociales y ambientales. (Gilbertson & Reyes, 2006)

El cambio climático es un hecho según el Quinto Informe de Evaluación de 2007, realizado por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, el periodo de 1997 a 2008 ha sido el más cálido que se tiene constancia desde que se empezó el registro instrumental de la temperatura en 1850, y los promedios del aumento del nivel del mar se están acelerando. Según algunas investigaciones prevén que, si continúan las tendencias actuales, a finales de siglo la temperatura subiría en más de 6°C y que el nivel del mar aumentaría en 60 centímetros en todo el mundo, estos cálculos hoy en día se consideran conservadores si se comparan con estudios más recientes. (Ministerio de Agricultura, 2016)

Las iniciativas mundiales para minimizar el cambio climático han sido un fracaso hasta ahora. Aunque en la década de los 90 se firmó el Protocolo de Kyoto las emisiones de GEI no han hecho más que aumentar en los últimos años y las emisiones de combustibles fósiles se han triplicado desde 1990.

Tampoco ayuda en este proceso el hecho de que la sociedad crea que el calentamiento global ya dispone de soluciones viables: abandonar el uso excesivo de combustibles fósiles. La comunidad occidental ha optado por quitarse de encima todas responsabilidades por el cambio climático, atribuyéndola a los millones de chino o indios que anhelan un futuro con

automóvil propio, pero esto no deja de ser una distracción que sólo funciona bajo la premisa de que una sociedad regida por el hiperconsumismo representa el destino humano universal.

El Protocolo de Kyoto trajo consigo el compromiso adoptado por 38 países industrializados, para recortar emisiones de GEI para el año 2012 en una media del 5,2 % con respecto a niveles de 1990. Aquel entonces, ya se sabía que esto no era suficiente y que para evitar un cambio climático catastrófico se debería de lograr reducir las emisiones entre un 50 y 70 %.

Aún a sabiendas de que el Protocolo de Kyoto era insuficiente, la delegación estadounidense introdujo en las negociaciones de Kyoto una serie de propuestas para el comercio de emisiones que socavaron aún más los modestos objetivos que estaban sobre la mesa.

Pero como condición sine qua non para adoptar incluso una 'solución' tan insuficiente, la delegación estadounidense introdujo entonces en las negociaciones de Kyoto una serie de propuestas para el comercio de emisiones que socavaron aún más los modestos objetivos que estaban sobre la mesa.

La idea era permitir que los países industrializados que firmaban el tratado, en caso de no querer reducir las emisiones en su propio territorio, pudieran intercambiar estos compromisos por la promesa de rebajar las emisiones en otros países. (Gilbertson & Reyes, 2006)

A continuación, se encuentran los llamados mecanismos de flexibilidad, o compensación de emisiones, que la delegación estadounidense introdujo en el Protocolo de Kyoto.

a) Contexto histórico

El comercio de las emisiones no entro directamente en el texto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, acordado en la Cumbre de la Tierra de Rio en 1992, algunos neoliberales que los sustentaban quedaron plasmados en dos importantes puntos:

- La defensa que hace la Convención de un “sistema económico internacional abierto” basado en el crecimiento económico.
- En la Cumbre se retomó la idea general de las corporaciones multinacionales como agentes positivos para el cambio ecológico, “fomentando el desarrollo sostenible mediante la liberalización del comercio”.

Por otro lado, como la cumbre señalaba, tanto históricamente como en la actualidad, la mayor parte de las emisiones de GEI del mundo han sido emitidas por países desarrollados. Por ello, los países sentían que tenían responsabilidades comunes, pero a la vez diferenciadas, y los países desarrollados debían de hacerse cargo de arreglar el problema que ellos mismos la habían causado.

En 1994, los países desarrollados adoptaron compromisos voluntarios para reducir sus emisiones de GEI a niveles de 1990 para el 2000, pero en seguida se vio que este reto tenía muy pocas posibilidades de éxito, por lo que se iniciaron negociaciones sobre objetivos jurídicamente vinculantes durante la primera Conferencia de las Partes, celebrada en Berlín, 1995. (Gilbertson & Reyes, 2006)

Un grupo de expertos orientado por la Agencia Internacional de Energía (AIE) y la OCDE, desarrolló propuestas para los países industrializados, así

convirtiéndose en un foro importante para la elaboración de un sistema de comercio de emisiones en el marco del Protocolo de Kyoto.

Mientras las negociaciones para un acuerdo tomaban forma, el Gobierno de Estados Unidos comenzó a elaborar una propuesta de comercio de emisiones y en 1996, anunció que la flexibilidad sería el requisito clave para poder aceptar y poner en marcha objetivos vinculantes.

En 1997, se celebró la tercera Conferencia de las Partes (COP), donde se creó el Protocolo de Kyoto que es la base de la política internacional sobre el clima. Aunque la mayoría de Gobiernos insistieron en que las reducciones de emisiones se deberían de efectuar en ámbito nacional, la delegación de Estados Unidos, reiteró la cuestión de la “flexibilidad”. Lo que propuso fue que los países ricos pudiesen comprar sus reducciones de otros países. Esta propuesta tuvo éxito y lo que consiguió fue un mercado mundial de falsas reducciones de emisiones.

Además del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), es decir, un mecanismo para la compensación de emisiones, también se incorporó otro programa de compensaciones, Aplicación Conjunta (AC) al Protocolo de Kyoto.

b) Funcionamiento

El comercio de emisiones es un sistema muy complejo con un objetivo sencillo: abaratar los costos que las empresas y los Gobiernos deben destinar a cumplir con los objetivos de reducción de emisiones. Sin embargo, el comercio de emisiones está concebido de tal forma que, por lo general, los objetivos se pueden alcanzar sin que se produzcan recortes reales. Estos procesos

consisten en distribuir licencias para contaminar, es decir, permisos de emisión, entre las grandes industrias.

Es importante subrayar que la mercancía que se intercambia en estos mercados no son los gases efecto invernadero más conocidos como GEI, lo que de verdad se intercambia en este mercado son los derechos para poder emitir ciertas cantidades de GEI. Una vez que el objetivo este claro, una autoridad pública procede a distribuir los derechos entre las empresas. Este proceso inicial es la base de existencia y funcionamiento de estos mercados.

Un mecanismo nuevo analizado corresponde a los mercados de carbono, es decir, mercados de derechos de emisión, en los que una parte paga a la otra por la obtención de permisos de reducción emisiones. (Vegara, Busom, Colldeforns, & Guerra, 2009).

Algunas empresas que superan sus compromisos de reducción de emisiones pueden vender sus excedentes a aquellas que no han cumplido con sus obligaciones. Así, las empresas que puedan reducir sus emisiones por encima de los requisitos legales pueden aprovechar la oportunidad de ganar dinero vendiendo los créditos que les sobran y las que desean seguir con la producción pueden comprar dichos créditos a un precio muy barato sin tener que modificar sus prácticas.

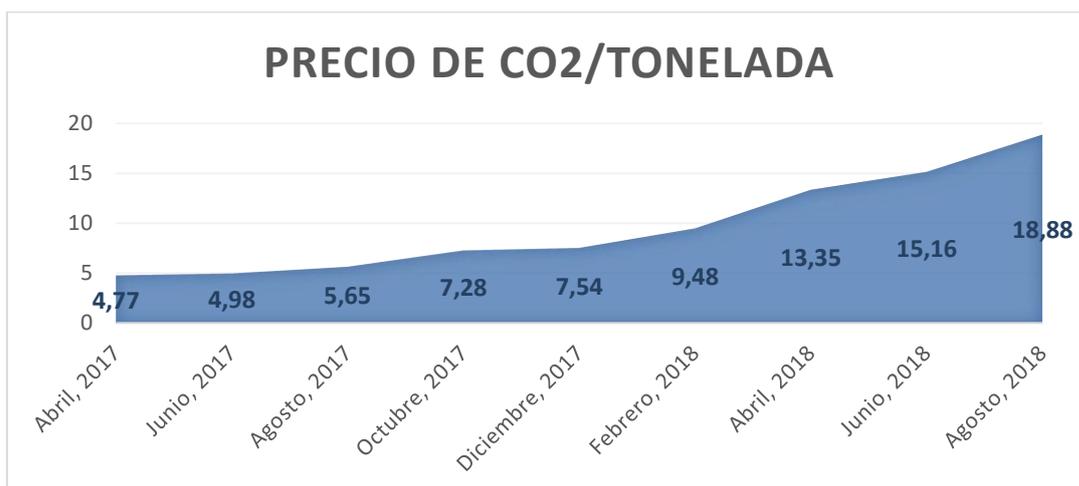
La Unión Europea dispone del mercado de emisiones más importante, con 31 países y 11.000 centrales eléctricas e instalaciones industriales dentro, cuyo valor equivalía 63.000 millones de dólares estadounidenses en 2008 y que sigue expandiéndose.

El Régimen de Comercio de Derechos de Emisión (ETS) de la UE arrancó en 2005 y cubre aproximadamente el 45 % de todo el CO₂ que genera la actividad humana en el continente.

Pero el sistema no funciona correctamente debido al exceso de oferta, que ha hecho que los precios estén por los suelos. La idea principal era que al poner un precio a cada tonelada de CO₂ emitida, a las empresas les compensaría hacer inversiones para buscar vías más limpias o cambiar las tecnologías utilizadas. Pero al aplicar el régimen el problema ha sido el precio, por ejemplo, en marzo de 2017 la tonelada de CO₂ estaba a 5,46 €, muy lejos de los 25 o 30€ que la mayoría de informes sitúan como frontera para que deje de ser incentivadora. (El País, 2017)

En el siguiente gráfico se puede observar la evolución que está teniendo el mundo del comercio de CO₂, aunque en los últimos años estas cifras se han mantenido alrededor de los 5 €, en el último año el precio de la tonelada de CO₂ ha subido mucho acercándose así al límite de los 25 – 30 euros para que deje de ser incentivadora, esto se debe a la reforma que se llevó a cabo a finales del año pasado (2017). Esta reforma pretende traer a Europa un nuevo modelo energético para así poder expulsar los métodos más sucios de generar energía. (Panelles, 2018)

Gráfico 6: Precio de las emisiones de CO₂ (euro/tonelada):



Fuente: (SendeCO₂, 2018) y elaboración propia

Como se puede ver en el gráfico, el precio de cada tonelada de CO₂ emitida cada vez se acerca más a la frontera para que esta vía deje de ser incentivadora para las empresas y empiecen a plantear tomar otras vías más limpias u otras tecnologías. Esta frontera según algunos expertos se situaría en los 25€ por tonelada emitida y cómo podemos ver en el gráfico después de la última reforma, los precios se están acercando cada vez más a esta frontera que pretende generar un cambio en la forma de crear energía.

c) Compensación de las emisiones

El origen de las compensaciones no comenzó con el Protocolo de Kyoto ni con el comercio de CO₂. En los primeros sistemas de comercio de contaminación, los Gobiernos y empresas privadas buscaron formas para conseguir permisos extraordinarios, por un bajo precio en el mercado, para conseguir cumplir sus objetivos con los sistemas de tope y trueque. Ya en 1976, la EPA promulgó en los Estados Unidos una política basada en ubicar nuevas fuentes de contaminación en lugares que no alcanzaban los topes señalados.

Para poder negociar en forma de permisos de emisión, con los países que no alcanzaban los topes señalados, los créditos de compensación debían hacerse equivalentes a las reducciones de emisiones. En los años setenta y ochenta, varios organismos y corporaciones estadounidenses, deseosos de establecer un mercado de compensaciones para la contaminación, intentaron equiparar la reducción de la contaminación en centros industriales. Si lo miramos de un punto de vista ambiental, el experimento fue un absoluto fracaso. Por ejemplo, los empresarios vendían créditos por destruir automóviles que ya habían sido abandonados. (Gilbertson & Reyes, 2006)

Pero en los años noventa, las propuestas de compensación ocuparon la esfera internacional, cuando agentes, economistas, consultores, organizaciones no

gubernamentales y tecnócratas de la ONU comenzaron a establecer instituciones, a través de los créditos de compensación que se podrían combinar con los permisos en los que se basaría el tope y trueque. Los iniciales proyectos desarrollados habían intentado sustituir un tipo de reducción de contaminación con un “ahorro de emisiones” en otro lugar. Pero los nuevos sistemas ampliaron la lógica de la compensación.

La idea básica era encontrar el lugar más barato para lidiar con el problema del cambio climático, independientemente de su origen. En 1992 el Banco Mundial y el Gobierno de Noruega comenzaron a financiar una serie de programas de Aplicación Conjunta (AC) que conllevaban la generación de compensaciones de CO₂. El Fondo para el Medio Ambiente Mundial que lo puso en marcha el Banco Mundial en 1991 empezó a estudiar metodologías para certificar las compensaciones de CO₂. Las propuestas de AC tenían el inicio en la Convención acordada en la Cumbre de la Tierra en Rio, que disponía de las medidas adoptadas por los países desarrollados para reducir sus emisiones de GEI hasta los niveles de 1990.

Los países desarrollados y China cuestionaron en un principio esta interpretación y muchos Estados expresaron su inquietud ante esta medida ya que la consideraban que permitía a los países desarrollados eludir sus responsabilidades nacionales en esta lucha. Sin embargo, la presión de los países desarrollados y la predisposición de algunos países centroamericanos a dar el visto bueno, llevo a iniciar proyectos piloto de “actividades de aplicación conjunta” entre países industrializados y en desarrollo.

Otro mecanismo del comercio de emisiones se basa en el sistema de compensaciones. En lugar de reducir las emisiones en el origen, las empresas financian “proyectos de ahorro de emisiones” fuera de su territorio. El principal programa de este tipo es el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL),

administrado por las Naciones Unidas. A continuación, se muestran los mecanismos de compensación de emisiones:

- La Implementación Conjunta: los países con compromisos de reducción de emisiones consiguen cierta cantidad de unidades de reducción de emisiones, en el hecho de realizar un proyecto o actuación concreta en uno de los países.
- Los Mercados de Desarrollo Limpio: un país suscrito al compromiso de reducción de emisiones puede cumplirlo mediante reducciones obtenidas en países en vías de desarrollo que no tengan la obligación de reducción de emisiones.

Aunque las compensaciones se suelen presentar como emisiones reducidas, lo cierto es que no reducen emisiones. En el mejor de los casos, se limitan a desplazar las “reducciones” hacia donde resulta más barato realizarlas, lo que se traduce como un traslado de los países del Norte a los países del Sur. Pero incluso los propios responsables de la elaboración de estos proyectos suelen admitir en privado que no hay forma de demostrar que sea la financiación destinada a estos proyectos aquello que los impulsa a materializarse.

4. La Huella de Carbono

4.1. Concepto y metodología de cálculo de la Huella de Carbono

Lo que comúnmente se ha llamado inventario de GEI y análisis de ciclo de vida para el calentamiento global es lo que posteriormente se ha definido como la huella de carbono.

La huella de carbono (HC) es un indicador que representa la cantidad de emisiones y absorciones de GEI que son producidas o absorbidas, bien de un modo directo o indirecto, como consecuencia de la actividad. Este indicador está formado por un inventario de emisiones de GEI donde se muestran las fuentes de emisión como las de absorción, y los recursos que son los responsables de estas emisiones.

Este indicador es considerado una de las herramientas más importantes de las que disponen las organizaciones para cuantificar los gases GEI, para así poder valorar el impacto que genera la realización de su actividad sobre el medio ambiente, concretamente su contribución al cambio climático. Además, permite establecer una relación entre la actividad productiva de una organización y las emisiones de GEI generadas.

En la última década el cálculo de la huella de carbono para la cuantificación de las emisiones de GEI ha experimentado una fuerte subida en la demanda por parte de las organizaciones. Esto se debe a que el método además de dar a conocer el impacto medio ambiental producido permite identificar la fuente de emisión y el grado de eficiencia en la utilización de los recursos que generan las empresas, a la vez que supone un ahorro económico en la reducción de consumo.

La definición más utilizada y aceptada de la huella de carbono la realizaron Wiedmann y Minx en 2008, donde la definieron como, la “cantidad total de emisiones de CO₂ que son directamente e indirectamente causadas por una actividad o acumuladas en las fases del ciclo de vida de un producto”.

El concepto de actividad incluye un amplio abanico de opciones entre las que destacan tanto la actividad relacionada a individuos como a organizaciones, territorios, eventos, productos y servicios. Por ello, dentro de la variabilidad de actividades sobre las que se aplica el concepto, hay dos ramas o enfoques metodológicos: enfoque corporativo o de organización y un enfoque a producto o servicio.

A continuación, se muestran las herramientas más utilizadas, por enfoque a organizaciones y enfoque a producto para el cálculo de la huella de carbono:

Tabla 1: Clasificación de las herramientas para el cálculo de la HC

PRODUCTO	ORGANIZACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> - PAS 2050 - PAS 2060 - ISO 14067 	<ul style="list-style-type: none"> - GHG Protocol - ISO 14064 - ISO 14069

Fuente: (Calidad) y elaboración propia

- **PAS 2050:** Para la verificación de la Huella de Carbono, es una aplicación voluntaria. Por ello las organizaciones que la acepten, se comprometen a garantizar que el análisis del ciclo de vida de sus productos sea completo. Este análisis de ciclo de vida evalúa aspectos ambientales y los potenciales impactos asociados a un producto.

El PAS 2050 diferencia dos tipos de ciclos de vida, en función del tipo de producto:

- B2B (Business to Business): cuando un ciclo de vida del producto finaliza con la entrega del producto a otra organización para que lo utilice en la elaboración de otro producto.
- B2C (Business to Customer): cuando el ciclo de vida del producto se considera completo, incluidas las actividades posteriores a la entrega del producto al cliente.

Se requiere que no se limiten las emisiones como: el uso de energía, los procesos de combustión, reacción química y las pérdidas de gases refrigerantes y otros gases refrigerantes.

- **PAS 2060:** Para la Neutralidad de Carbono, permite a las organizaciones asegurar que sus decisiones sobre la neutralización de las emisiones CO₂ son correctas e intenta evitar los fraudes que se pudieran realizar por parte de las organizaciones.

El PAS 2060 proporciona una orientación a las organizaciones sobre la manera de cuantificar, reducir y compensar las emisiones de GEI de una manera específica de un ámbito tan diverso.

Este estándar se aplica en todas las entidades que puedan mostrar que no producen un aumento neto en la emisión de GEI.

- **ISO 14067:** Huella de Carbono de Productos, se encuentra en elaboración.

- **GHG Protocol:** El protocolo de Gases Efecto Invernadero, es la herramienta internacional para el cálculo y comunicación del inventario de emisiones.

Este protocolo tiene una metodología extensa y complicada, pero a la vez eficaz para la obtención de las emisiones de GEI directos e

indirectos. El método que utiliza es una visión intersectorial y que contabiliza las emisiones de cualquier sector. También permite el tratamiento de todas las emisiones indirectas que se producen a partir de fuentes externas a la empresa, como las actividades de extracción de materias primas.

Las organizaciones deben elegir justificadamente un año de base del cual se van a basar los datos de emisiones fiables.

- **ISO 14064:** Gases Efecto Invernadero, en esta norma se incluyen los requisitos para determinar los límites de emisión de GEI, es decir, cuantificar las emisiones de la organización e identificar las actividades o acciones específicas de la organización con el objetivo de mejorar la gestión de los GEI.

Esta norma incluye los requisitos y orientaciones para la gestión de la calidad del inventario de GEI: el informe, la auditoría interna y las responsabilidades en las actividades de verificación.

Esta norma tiene tres partes:

- ISO 14064-1: especificación con orientación, nivel de las organizaciones
 - ISO 14064-2: especificación con orientación, a nivel de proyecto
 - ISO 14064-3: especificación con orientación para la validación y verificación de declaraciones
- **ISO 14069:** Huella de Carbono de las Organizaciones, actualmente en elaboración. Pretende ser una guía para la aplicación del ISO 14064-1 en empresas de diferentes sectores. (Calidad)

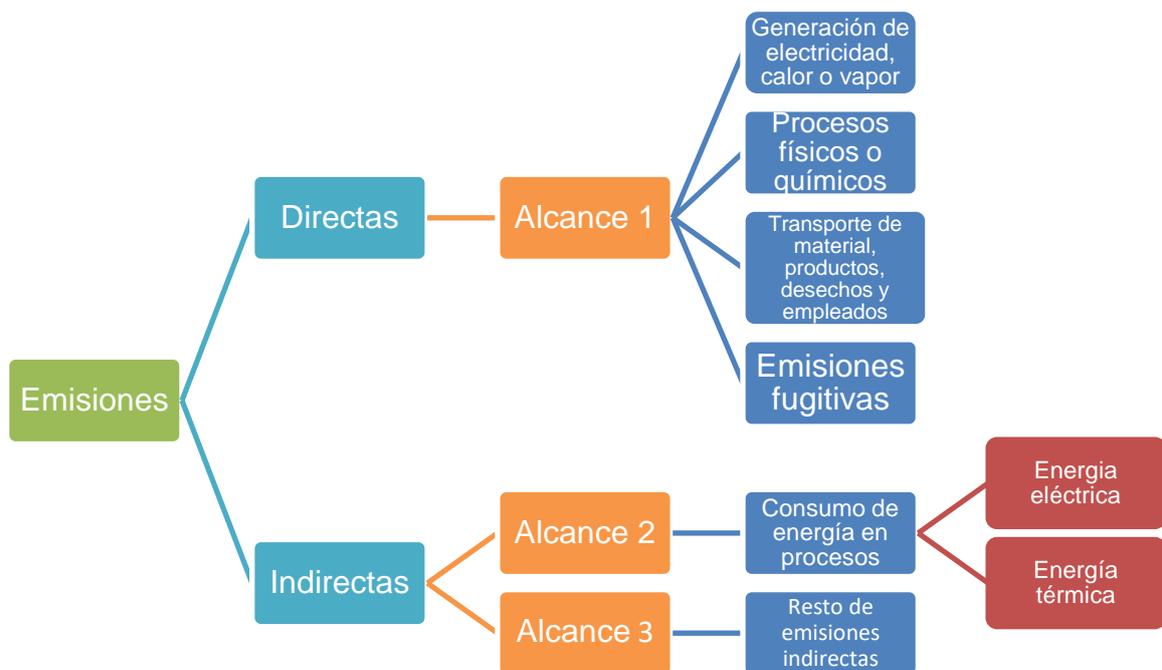
4.1.1. Huella de Carbono de una organización

El indicador de la Huella de Carbono de una organización es el que vamos a utilizar en nuestro estudio de caso, por lo que se explicará con más

detenimiento en el siguiente apartado en el que se calcula la Huella de carbono de la Escuela de Magisterio.

Una de las primeras formas para establecer límites en la huella de carbono de una organización es la clasificación de sus emisiones según los alcances. La clasificación que obtenemos mediante esta forma clasifica las emisiones en tres grupos:

Figura 5: Clasificación de las emisiones según los alcances



Fuente: (Álvarez Gallego, Rubio Sánchez, Rodríguez Olalla, Avilés Palacios, & López Quero, 2017) y elaboración propia

Como se puede ver en el gráfico, según esta clasificación las emisiones se dividen en dos tipos; en directas e indirectas, que esto a su vez lleva a tres subgrupos llamados alcance 1, alcance 2 y alcance 3. En las emisiones de alcance 1 podemos observar 4 subgrupos según el modo de creación. Las emisiones de alcance 2 son asociadas al consumo de energía en procesos sobre los que se tiene control o propiedad, que pueden ser tanto de energía eléctrica como de energía térmica. Es importante subrayar que este tipo de emisiones solo se tienen en cuenta aquellas emisiones que son creadas por el proceso de generación de energía. Finalmente, en las emisiones de alcance 3 se encuentran todas las demás emisiones indirectas que podamos encontrar en un proceso. (Vegara, Busom, Colldeforns, & Guerra, 2009)

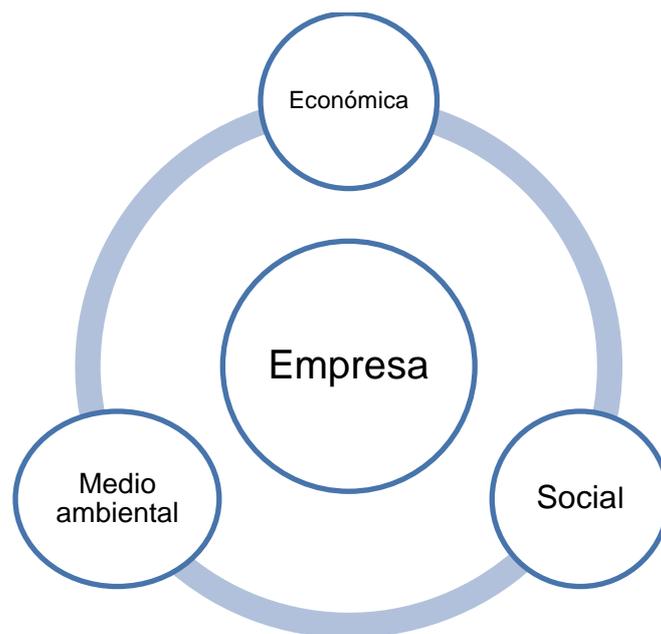
4.2. Gestión ambiental en las empresas

La preocupación de la sociedad por el medio ambiente no es algo novedoso. En la historia se pueden encontrar sucesos de gran relevancia como el mayo de 68 francés, que supusieron el nacimiento de la sensibilidad social; fueron acontecimientos en los que los jóvenes universitarios y trabajadores mostraron sus inquietudes ante cuestiones como el medio ambiente. Oficialmente la primera mención oficial de dicha inquietud vino en el Informe de Brundtland, 1988, exigido por las Naciones Unidas, donde se definía el concepto de “desarrollo sostenible”.

El desarrollo sostenible supone un cambio en el proceso de toma de decisiones para mejorar el sistema, de manera que no solo se oriente al mantenimiento del medio ambiente y habitabilidad. No se puede considerar algo estático, ya que se trata de identificar qué es lo que hay que mantener y qué es lo que hay que cambiar, aplicando una visión dinámica.

La economía, en general y la empresa como elemento básico de la misma, deben entenderse como sistemas abiertos, relacionados con otros sistemas, políticos y sociales, todos ellos relacionados con su entorno, el medio ambiente. Por lo que, desde una visión economista, tiene cabida el concepto de desarrollo sostenible, definido como la condición de vida de una sociedad que permite la satisfacción de necesidades a través de un uso racional de recursos y sistemas naturales. El impacto de la actividad de una empresa se basa en tres dimensiones: económica, social y medioambiental. (Vegara, Busom, Coldeforns, & Guerra, 2009)

Figura 6: La triple dimensión de la actividad de una empresa



Fuente: (Vegara, Busom, Coldeforns, & Guerra, 2009) y elaboración propia

Por ello, la sostenibilidad es un compromiso con el desarrollo sostenible ejercido de forma que responda equitativamente a las necesidades de

desarrollo y a las ambientales. No se debe de entender como una única protección de los recursos naturales y ecosistemas, sino como un concepto dinámico que demanda nuevas formas de hacer, organizar y gestionar.

Es necesario que las organizaciones en sus estrategias tengan en cuenta el concepto de sostenibilidad, ya que es un modo de crear valor y captar clientes. Los consumidores cada día están más sensibilizados con este tema.

Otro factor a tener en cuenta en el mundo empresarial es la “Globalización”, y no solo para poder maximizar los beneficios sino, para innovar en el capital tanto humano como físico para poder sobrevivir en un entorno global. También las obligaciones y las responsabilidades se incrementan ya que no son los accionistas el único grupo al que hay que satisfacer, sino que hay que cubrir las expectativas de los grupos de interés también.

4.2.1. Beneficios empresariales de la huella de carbono

Las características de la huella de carbono son las causantes de que las empresas obtengan unos beneficios, tangibles o intangibles, cuando incorporan este indicador a su estrategia de sostenibilidad.

Los beneficios que obtienen las organizaciones y empresas cuando calculan la huella de carbono son las siguientes:

- Identificar oportunidades para optimizar recursos y ahorrar costes. Esto se debe a que mediante este indicador se localizan las fuentes de emisiones, así se puede diseñar un plan para la reducción.
- Evaluar los impactos que generan las actividades humanas sobre el medio ambiente por el desarrollo de sus actividades
- Obtener deducciones fiscales, por la compensación de emisiones
- Anticiparse a la legislación y a la regulación
- Acceder a mercados financieros “sostenibles”

- Destacar la importancia que supone el considerar la huella de carbono dentro de la estrategia de sostenibilidad de una organización y demostrar su compromiso de responsabilidad ambiental
- Mayor transparencia y el conocimiento del esfuerzo de un plan de gestión de emisiones de GEI
- Influencia sobre la reputación de la organización

Estos son los beneficios que se obtienen mediante la aplicación del indicador huella de carbono, pero no todo son beneficios, por ello, es interesante analizar los pros y los contras de este indicador.

Para poder analizar más profundamente las características que nos ofrece este indicador procederemos a analizar un análisis DAFO donde se muestren sus Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades:

Figura 7: Análisis DAFO de la huella de carbono



Fuente: (Álvarez Gallego, Rubio Sánchez, Rodríguez Olalla, Avilés Palacios, & López Quero, 2017) y elaboración propia

Debilidades: la huella de carbono considera el cambio climático como una categoría única de impacto ambiental, por lo tanto, no tiene en cuenta otras categorías de impacto como el agotamiento de los recursos naturales, la acidificación etc.

Amenazas: Establecer límites afecta a la comparabilidad y coherencia de los resultados. La limitación de emisiones indirectas es difícil, ya que, es difícil determinar hasta qué punto hay que seguir en el camino de las emisiones indirectas que afectan a cualquier acción. Por otro lado, la falta de convergencia entre los dos enfoques metodológicos anteriormente comentados, puede restar credibilidad y por tanto confianza en los resultados obtenidos. Además, los consumidores reciben información de diferentes fuentes por lo que se dificulta la implantación de la huella de carbono.

Fortalezas: La huella de carbono es una métrica fácilmente comprensible, ampliamente comunicable, de interés global, de gran aplicación y de fácil implementación para el desarrollo de estrategias concretas y eficaces.

Otras de las fortalezas de la huella de carbono es que permite desarrollar estrategias efectivas de mitigación del cambio climático. El 75 % de las emisiones tanto directas como indirectas son atribuidas a los consumidores, por ello, las estrategias que nacen de los propios consumidores son las más eficientes. También hay que subrayar que las estrategias de mitigación basadas en el empleo del concepto de la huella de carbono son muy eficientes en términos de costes.

Oportunidades: Se puede decir que el futuro está en conseguir la sostenibilidad, por ello los grandes inversores cada vez están más dispuestos a invertir en empresas que incorporan estrategias de sostenibilidad. Por otro lado, las herramientas y bases de datos para la cuantificación de la huella de carbono son de libre acceso.

Los bienes y servicios verdes o ecológicos se consideran valor de futuro, aun teniendo en cuenta la crisis sufrida en la Unión Europea, el crecimiento de los sectores verdes ha crecido en una tasa de crecimiento anual superior al 25 %.

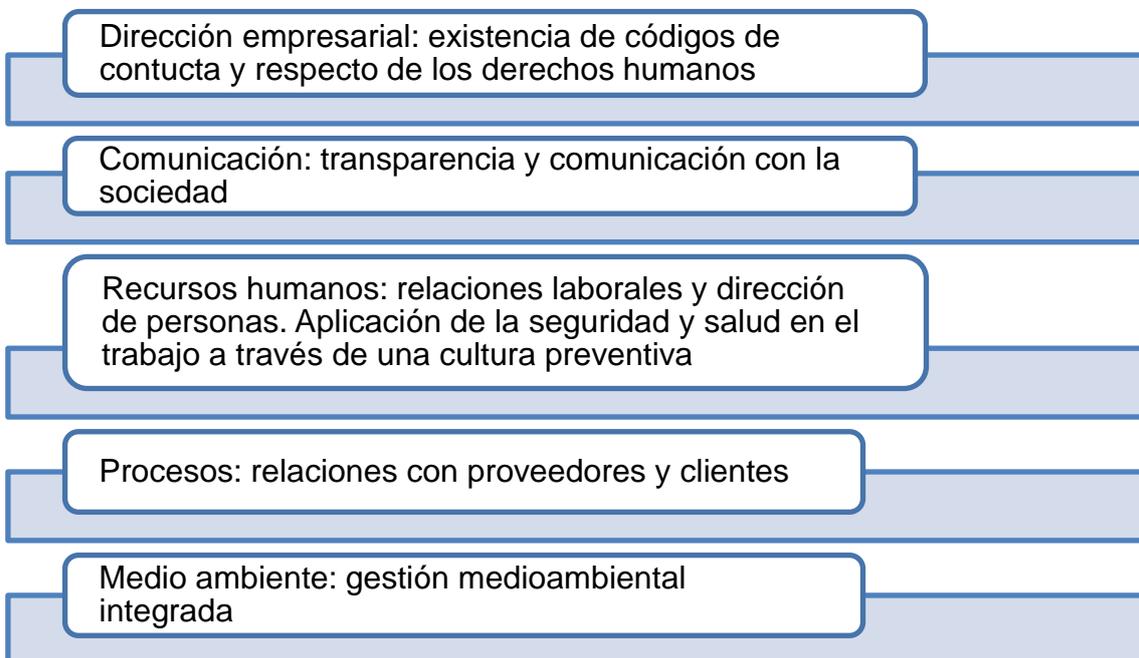
integrada una gestión basada en criterios de responsabilidad social corporativa. (Álvarez Gallego, Rubio Sánchez, Rodríguez Olalla, Avilés Palacios, & López Quero, 2017)

4.2.2. Respuestas empresariales

El concepto de desarrollo sostenible al convertirse en un referente teórico y un paradigma para el sector tanto público como privado. Los gobiernos e instituciones no pueden dejar de lado esta cuestión ya que se ha convertido en una cuestión social y que conlleva presión social, por ello ponen en marcha estrategias definidas en marcos generales para conseguir ventaja competitiva.

En el sector privado, la presión también es grande ya que existen rankings nacionales tanto internacionales para premiar a las empresas más sostenibles. En los rankings se tienen en cuenta diferentes aspectos del desarrollo sostenible, pero todos tienen una base en común:

Figura 8: Características de una organización sostenible



Fuente: (Vegara, Busom, Coldeforns, & Guerra, 2009) y elaboración propia

Las organizaciones están ofreciendo un apoyo total al desarrollo sostenible, como anteriormente hemos mencionado las tres dimensiones de la actividad empresarial quedan reflejadas en este gráfico que muestra las características que se le exigen a una organización sostenible. Este proceso supone una innovar, no solo a nivel operativo sino también a nivel participativo, que forman parte de las estrategias del departamento de recursos humanos. Así, las empresas globales contribuirán a cumplir con los objetivos previstos y minimizarán los efectos negativos de sus actuaciones.

Por lo tanto, una organización socialmente responsable tendrá en cuenta, tanto impacto económico, sociales como medioambientales. Mediante estos factores conseguirán también ventaja estratégica, creando valor tanto económico, social y medioambiental. Este elemento también determinará la facilidad de la

organización a la hora de acudir a mercados financieros para obtener el capital necesario para la financiación de sus actividades.

En caso de las empresas se considera prioritario actuar en aspectos tales como:

- Creación de empleo de calidad
- Desarrollo del capital humano
- Innovación
- Desarrollo de productos y servicios inclusivos
- Incremento de la productividad y la competitividad
- Gestión adecuada de los residuos
- Respeto al medio ambiente

Pero para ser socialmente responsable, también, es necesario rendir cuentas a los grupos de interés, tanto externos como internos. Esto se consigue mediante los informes de sostenibilidad o de responsabilidad social.

Si estos requisitos se cumplen en la empresa los beneficios que puedan obtener son múltiples aplicando métodos de sostenibilidad:

- Reducción de costes al hacer más eficientes sus procesos
- Reducción de consumos, al optimizar el uso de recursos
- Generación de nuevas fuentes de ingresos
- Participación en cadenas de valor externas
- Mejora de la reputación empresarial, que añade valor a la marca
- Mayor cifra de ventas. El consumidor percibe la sostenibilidad de la empresa, lo cual afecta de manera positiva en el proceso de decisión de compra
- Generación de nuevas oportunidades de negocio o de nuevos productos
- Argumentaría de venta

- Mejor posicionamiento en los mercados nacionales o internacionales

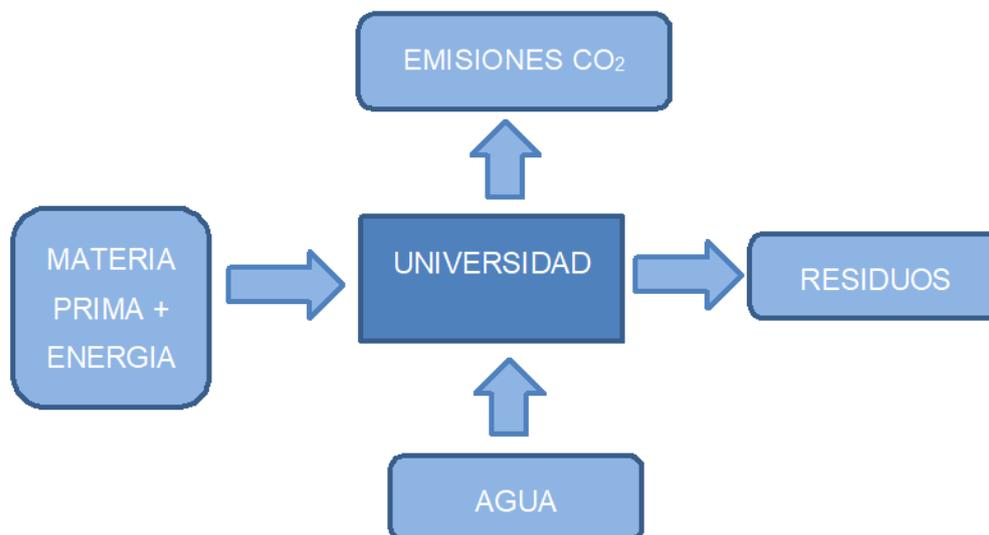
Si los aspectos anteriormente comentados se realizan en una organización esto resultados no tardaran en llegar a la empresa. Como se puede ver los resultados obtenidos estos son positivos y afectan positivamente en la eficacia de la empresa.

5. Cálculo de la Huella de Carbono en la Escuela de Magisterio del campus de Gipuzkoa (UPV/EHU)

La razón para cuantificar las emisiones emitidas es conocer y ser conscientes del impacto que generamos al medio ambiente con nuestras actividades. Por ello, es interesante calcular el impacto que pueda causar una institución cercana a nosotros, como puede ser la Escuela de Magisterio, convirtiendo así el indicador de la Huella de Carbono en una herramienta de sensibilización. Por otro lado, para poder realizar estrategias de reducción de gases efecto invernadero, es necesario conocer las fuentes y cuantificarlas.

Si miramos a la Universidad podemos observar que el ciclo de vida que presentan sus actividades está integrado en el entorno. En la imagen siguiente se puede apreciar el ciclo de vida que tienen las materias utilizadas en la Universidad:

Figura 9: Ciclo de vida de las materias



Fuente: (López) y elaboración propia

El objetivo de este cálculo es la de poder comparar la HC de 2015 con la del 2016 para ver si se está reduciendo así cumpliendo con los objetivos. Por ello una vez obtenidos los datos de la HC de 2015 lo tomaremos como “año base” para los cálculos de los siguientes años, en nuestro caso el año 2016.

5.1. Presentación de la organización

La Universidad del País Vasco cuenta con tres campus principales donde se imparten los diferentes grados que ofrece esta universidad, los tres campus principales se encuentran situadas en las tres capitales de cada provincia (Gasteiz, Bilbao y Donostia). El centro de interés que vamos a analizar en nuestro caso es el edificio de la Escuela de Magisterio del campus de Gipuzkoa que se encuentra en la plaza Oñati junto a otras dos facultades, la Facultad de Arquitectura y la Facultad de Economía y Empresa. La Escuela de Magisterio forma parte de la Facultad de Educación Filosofía y Antropología del campus de Gipuzkoa (HEFA) (Universidad del País Vasco/ Euskal Herriko Unibertsitatea, 2018), que cuenta con dos edificios en la actualidad, aunque tenemos que subrayar que en este estudio solo se tendrá en cuenta el edificio que hemos mencionado anteriormente.

En la Escuela de Magisterio de Donostia se imparten tres titulaciones de grado: Educación Infantil, Educación Primaria y Educación Social. El alumnado en el curso académico 2015/2016 fue 1.071 y 1.100 en el curso 2016/2017. La plantilla empleada en estos cursos ha sido 102, de la cual, 90 corresponde al Personal Docente e Investigador (PDI) y 12 al Personal de Administración y Servicios (PAS).

5.2. Definición de los límites

Para poder calcular la HC es necesario definir los límites tanto organizativos como operativos de la organización.

5.2.1. Límites organizativos

Para poder determinar los límites organizativos es necesario determinar los límites temporales, en este caso, se analizará la HC del año 2016 cogiendo como año base los datos del 2015. Se calcularán ambas para poder compararlas posteriormente.

Por otro lado, también es necesario determinar los límites espaciales, en este caso, la Escuela de Magisterio consta de un edificio de 6.650,04m² construidos.

Figura 10: Facultad de la Educación (UPV/EHU) Donostia

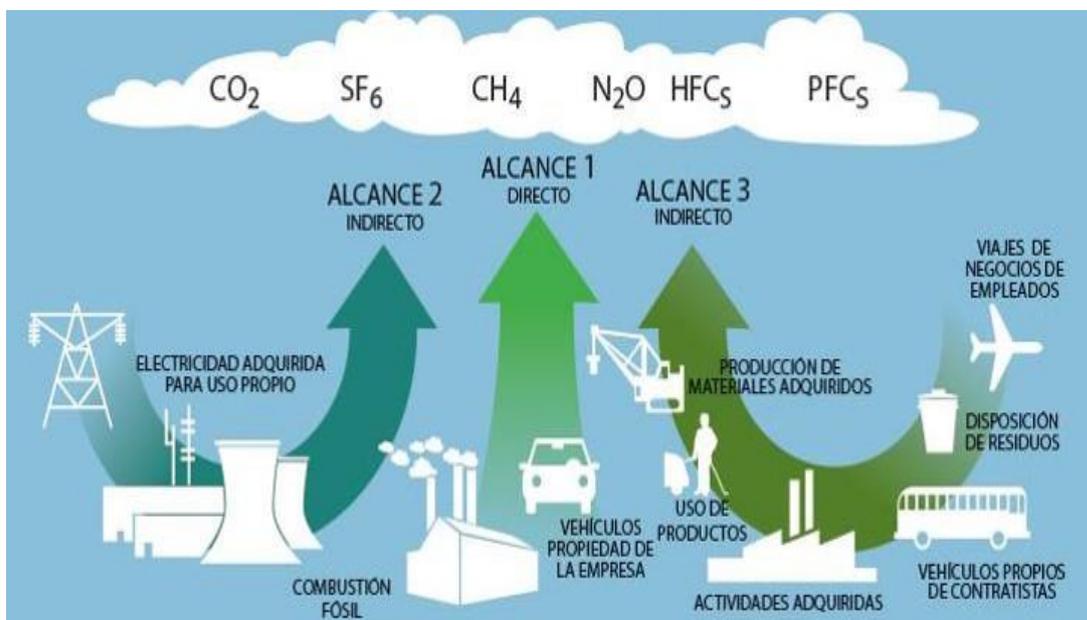


Fuente: (Universidad del País Vasco - Euskal Herriko Unibertsitatea, 2018)

5.2.2. Límites operativos

En los límites operativos es necesario identificar las emisiones para poder clasificarlas. En este caso es muy importante que el esquema sea muy detallado, así mismo es importante determinar la importancia de cada alcance para poder calcular la HC de una forma representativa.

Figura 11: Resumen de los alcances



Fuente: (Green Development, 2018)

➤ Alcance 1: emisiones directas

En este tipo de alcance tenemos las emisiones que provienen de la combustión de fuentes fijas o móviles que se encuentran dentro de los límites de la organización. En el edificio nos encontramos con el consumo de gas natural.

➤ Alcance 2: emisiones indirectas

En estas emisiones de alcance 2 nos encontramos con las emisiones derivadas de la adquisición y consumo de energía en la organización, pero generadas físicamente fuera de los límites de la organización.

➤ Alcance 3: otras emisiones indirectas

Se trata una categoría que permite incluir emisiones indirectas no incluidas anteriormente. Las emisiones del alcance 3 son consecuencia de las actividades de la organización pero que ocurren en fuentes ajenas a la propiedad de la organización y no están controladas por la empresa.

Criterios para definir las emisiones de alcance 3:

- La importancia de las emisiones respecto al total de emisiones de la organización
- Representatividad de la actividad en el conjunto de la organización
- Disponibilidad de datos
- Terceras partes interesadas
- Existencia de reducción de emisiones

Es posible excluir las emisiones que cuyas fuentes de comunicación no sean pertinentes para la organización o si el cálculo es inviable técnica o económicamente. Según algunas normas las fuentes de emisión que contribuyan con menos de un 1 % del total de las emisiones pueden ser excluidas del cálculo.

5.3. Selección del método de cálculo

Para poder calcular la HC se han adoptado diferentes procedimientos en función a los datos obtenidos para cada una de las actividades analizadas. La base metodológica general para calcular las emisiones consiste en la siguiente fórmula:

$$\text{Huella de carbono (t CO}_2\text{)} = \text{Dato Actividad} \times \text{Factor Emisión}$$

Dato actividad: el parámetro que define la actividad referido al factor emisión

Factor emisión: cantidad de CO₂ emitido por cada unidad de parámetro “dato actividad”

La unidad utilizada para exponer los resultados; tonelada equivalente a CO₂ (t CO₂), unidad universal de medida que indica el potencial de calentamiento global (PCG) de cada uno de los GEI.

Mediante los factores de emisión se consigue que los datos de la actividad se conviertan en cantidad de emisiones. La mayoría de las fuentes de emisión tienen un cálculo directo para calcular las emisiones generadas como pueden ser el gas natural y la electricidad. Otros datos en cambio, como la movilidad se obtienen mediante un cálculo indirecto. Para poder realizar el cálculo de las emisiones de alcance 1 y 2 es necesario utilizar el modelo de adaptación presentado por el MAPAMA (Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente), por ello los factores de emisión para poder calcular la HC las obtendremos de MAPAMA. En el caso de las emisiones de alcance 3 y en base a la información de actividad disponible para esta investigación se van a utilizar los datos utilizados en el informe “Huella de Carbono de la UCO” (De Toro, y otros, 2015)

5.4. Recopilación de datos y selección de los factores emisión

5.4.1. Alcance 1 (emisiones directas)

a) Consumo de gas natural

El consumo de gas natural de la escuela de magisterio de la UPV/EHU mayoritariamente se lleva a cabo por la climatización del edificio, pero también hay que mencionar que la cafetería también toma parte en el consumo del gas natural.

La información necesaria del consumo del gas natural nos lo ha proporcionado la propia universidad (en kWh).

Tabla 2: Datos de gas natural

Consumo gas natural	2015	2016
Total (kWh)	429.621	431.225

Fuente: Anexo I y elaboración propia

Tabla 3: Factor emisión del consumo de gas natural

<i>Factor de emisión para el consumo de gas natural</i>	
2015	<i>0,38 kg CO₂/kWh</i>
2016	<i>0,34 kg CO₂/kWh</i>

Fuente: (españa & OECC, 2018) y elaboración propia

El factor emisión utilizado para el consumo de gas natural para el cálculo de la HC, lo obtenemos de la herramienta de cálculo del MAPAMA que proviene de

la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia (CNMC) que ofrece las cifras específicas para los factores en función al año y la comercialización de la suministradora de gas natural. La suministradora que ofrece sus servicios a la UPV/EHU tanto en 2015 como en 2016 es Endesa. Según el MAPAMA el factor de emisión utilizado para el gas en esta compañía es de 0,38 kg CO₂/kWh para el año 2015 y de 0,34 kg CO₂/kWh para el año 2016.

5.4.2. Alcance 2 (emisiones indirectas)

a) Consumo de energía eléctrica

El consumo de energía eléctrica de la escuela de magisterio de la UPV/EHU proviene principalmente del alumbrado del edificio, de la climatización y equipamientos (informáticos).

La información necesaria del consumo de energía eléctrica nos lo ha proporcionado la propia universidad (en kWh).

Tabla 4: Datos del consumo de energía eléctrica

Consumo de energía eléctrica	2015	2016
Total (kWh)	166.049	151.721

Fuente: Anexo I y elaboración propia

Tabla 5: Factor emisión del consumo de energía eléctrica

<i>Factor de emisión para el consumo de energía eléctrica</i>	
2015	0,23 kg CO ₂ /kWh
2016	0,24 kg CO ₂ /kWh

Fuente: (MAPAMA, 2018) y elaboración propia

El factor emisión de energía eléctrica lo obtenemos mediante la herramienta de cálculo de MAPAMA que nos ofrece los datos específicos para cada año y según la comercialización de la suministradora de energía eléctrica. En el año 2015 fue Naturgas, pero como la compañía Portuguesa (Energías de Portugal, EDP) consiguió en 2016 el 100 % de las acciones de Naturgas este se convirtió en EDP por ello, la suministradora de electricidad de la UPV/EHU fue EDP a partir de entonces, con un factor emisión de 0,23 kg CO₂/kWh para el año 2015 y de 0,24 kg CO₂/kWh para el año 2016 (Wikipedia, 2018).

5.4.3. Alcance 3 (otras emisiones indirectas)

a) Consumo de agua

El consumo de agua de red que consume el edificio de magisterio de la UPV/EHU de Donostia, proviene mayoritariamente de los servicios que se encuentran en el edificio, aunque la cafetería también consume cierta cantidad de agua. La información relativa al consumo de agua de red de la UPV nos lo ha proporcionado la propia universidad:

Tabla 6: Datos del consumo de agua

Consumo de agua	2015	2016
Total m ³	2.307m ³	1.040m ³

Fuente: Anexo I y elaboración propia

Factor de emisión para el consumo de agua: 0,1427 kg CO₂/m³

El factor de emisión del consumo de agua varía según el municipio ya que depende de los costes energéticos relacionados con el tratamiento de la depuración y la potabilización de la empresa que suministra este bien a la universidad.

Para este caso, se ha utilizado el factor emisión del consumo de agua utilizado en el cálculo de la Huella de Carbono de la Universidad de Córdoba, ya que concluimos que los datos utilizados son compatibles para nuestro cálculo.

b) Construcción de edificios

Según el informe MIES de la Universidad Politécnica de Cataluña, la construcción de edificios genera unas emisiones que se deben tener en cuenta, tanto en el cálculo de las emisiones debidas a la construcción de cada año hay que considerar la vida media del edificio sin necesidad de obras. Según el reglamento actual la vida útil de un edificio de hormigón estructural se amortizará en 50 años, lo que encaja en la descripción de los edificios de la UPV, en la escuela de magisterio, aportado por la misma universidad (en m²).

Tabla 7: Datos sobre los m² construidos de los edificios

Edificios	2015	2016
Total m ² construidos	6.650,04	6.650,04

Fuente: Anexo I y elaboración propia

Factor emisión m² construido: 520 kg CO₂/m², pero si tenemos en cuenta que según el RD 1247/2008 se cuantifica en 50 años, el factor de emisión unitario sería de 10,4 kg CO₂/m² construido para aplicar a cada año.

c) Movilidad

Los datos de movilidad, tanto de los alumnos como del PDI (profesorado) y PAS (personal de administración y servicios), se han conseguido expresamente para este estudio mediante una encuesta online sobre los hábitos de movilidad (transporte) en el curso de 2017-2018 realizada tanto a alumnos como trabajadores. Los resultados obtenidos se han utilizado para los dos años de análisis en cuestión, ya que hemos supuesto los hábitos de movilidad han sido similares. Teniendo en cuenta las respuestas obtenidas en la encuesta realizada a los alumnos de la escuela de magisterio subrayar que el nivel de participación se aproximó mucho a la requerida, ya que el objetivo era conseguir una huella de 100 participantes y se consiguió una huella de 93 participantes. Si continuamos con las respuestas obtenidas por los trabajadores de la escuela decir que, en este caso el grado de participación fue menor que en el caso de los alumnos, el objetivo requerido era de 20 trabajadores ya que los trabajadores suelen rondar las 100 personas. En este caso la huella conseguida fue de 15 trabajadores.

En la encuesta, se ha consultado sobre el medio de transporte utilizado así como la distancia media entre el domicilio y la facultad. Por otro lado, también se ha tenido en cuenta el grado de ocupación de los automóviles en caso de la moto y el coche y el combustible utilizado por los vehículos. En la siguiente tabla se pueden ver los vehículos utilizados por el alumnado, el PDI y PAS:

Tabla 8: Movilidad de los alumnos

Alumnado (nº de personas)		
	2015	2016
Coche (gasolina)	146	150
Coche (gasóleo)	49	50
Moto	97	100
Autobús	535	550
Tren	0	0
Bicicleta	49	50
A pie	146	150
Bus + Tren	49	50
TOTAL	1071	1100
Ocupación media de los coches	2	2

Fuente: Anexo II y elaboración propia

Tabla 9: Movilidad del profesorado

Profesorado (nº de personas)		
	2015	2016
Coche (gasolina)	22	22
Coche (gasóleo)	44	44
Moto	0	0
Autobús	22	22
Tren	0	0
Bicicleta	7	7
A pie	0	0
Bus + Tren	7	7
TOTAL	102	102
Ocupación media de los coches	1,11	1,11

Fuente: Anexo II y elaboración propia

Tabla 10: Movilidad total del centro

TOTAL PERSONAS		
	2015	2016
Coche (gasolina)	168	172
Coche (gasóleo)	93	94
Moto	97	100
Autobús	557	572
Tren	0	0
Bicicleta	56	57
A pie	146	150
Bus + Tren	56	57
TOTAL	1173	1202
Ocupación media de los coches	1,55	1,55

Fuente: Anexo II y elaboración propia

Los factores de emisión utilizados para la movilidad se han adaptado a la realidad y a cada medio de transporte seleccionado.

Coche: Si tenemos en cuenta que un coche que utilice gasolina, con un litro de combustible puede recorrer un promedio de 13 kms y un coche que utilice gasóleo puede recorrer un promedio de 16 kms, según el MAPAMA el siguiente sería el factor emisión por km recorrido según el combustible:

Tabla 11: Factor emisión según el combustible

Tipo de combustible	Emite	Distancia que recorre	Factor emisión
Gasolina (1 litro)	2,1958 kg CO2	13 km	0,19 kg CO2/km
Gasóleo (1 litro)	2,4711 kg CO2	16 km	0,13 kg CO2/km

Fuente: Elaboración propia y (De Toro, y otros, 2015)

Moto: En este caso el vehículo utilizado para el cálculo ha sido un ciclomotor convencional urbano, que según el informe de la Universidad de Córdoba el factor emisión es de 0,0796 kg CO₂/km.

Autobús: Teniendo en cuenta los datos obtenidos mediante la encuesta, es decir, los km recorridos y la cantidad de recorridos, el factor emisión lo hemos obtenido del informe del Cálculo de la Huella de Carbono en la Universidad de Córdoba: 0,04 kg CO₂/km/pers. Pero teniendo en cuenta que no disponemos de datos como la ocupación total de los autobuses utilizado por los alumnos como los trabajadores, hemos descartado este dato.

Tren: Para saber el factor emisión del tren utilizado por los trabajadores y alumnos de la universidad lo hemos sacado del Informe de la Universidad de Córdoba ya que tanto ahí como aquí la empresa suministradora de este servicio es RENFE, en este caso el factor emisión es de: 0,0246 kg CO₂/km/pers.

A pie y bicicleta: El traslado en bicicleta y andando no se tiene en cuenta ya que estos tipos de transporte no producen emisiones.

d) Consumo papel

En el caso del consumo del papel los datos se nos han sido facilitados por el servicio de reprografía de la escuela de Magisterio, los datos de la reprografía se dividen según dos grupos, fotocopias del alumnado y fotocopias del centro. También es importante subrayar que en este aspecto los datos son una mera aproximación de la verdadera estimación ya que los alumnos pueden conseguir en cualquier otro comercio el papel para las fotocopias que utilicen en el centro.

Tanto el consumo de papel del alumnado como la del profesorado varia ya que pueden utilizar papel obtenido en cualquier otro comercio, pero los únicos datos que podemos obtener son los datos obtenidos en el servicio de reprografía del centro.

Los datos obtenidos por el servicio de reprografía de la universidad son las siguientes: en el caso de los alumnos 750 kgs de papel blanco libre de cloro al año y en el caso del centro 200 kgs de papel reciclado al año. En este caso los factores de emisión existentes son debidos al kilogramo de papel utilizado, por ello, el cálculo del factor emisión se ha facilitado mucho ya que el dato obtenido estaba dado en kilogramos.

Tabla 12: Datos sobre el consumo de papel

Consumo papel	Reciclado	Blanco
Centro	200kg	
Alumnos		750kg
Total	200kg	750kg

Fuente: Administración de Magisterio y elaboración propia

Tabla 13: Factor emisión del consumo de papel

<i>Factor emision de consumo de papel</i>	
<i>Papel blanco libre de cloro</i>	<i>1,84 kg CO₂/kg papel</i>
<i>Papel reciclado</i>	<i>0,61 kg CO₂/kg papel</i>

Fuente: (De Toro, y otros, 2015) y elaboración propia

e) Producción de residuos

En la UPV/EHU no disponen de datos de producción de residuos urbanos que se crean mediante la actividad del centro, ya que la empresa destinada a la recogida de los residuos del centro no recoge dicha información. Por ello, no es posible incluir este aspecto en el balance de emisiones del cálculo de la Huella de Carbono.

5.4.4. Resumen de los datos obtenidos

Tabla 14: Resumen de los datos obtenidos de las fuentes de emisión

FUENTE DE EMISIÓN		DATOS		FUENTE
		2015	2016	
ALCANCE 1				
Gas natural		429.621	431.225	Administración de magisterio
ALCANCE 2				
Energía eléctrica		166.049	151.721	Administración de magisterio
ALCANCE 3				
Consumo agua		2.307	1.040	Administración de magisterio
Construcción edificios		6.650,04	6.650,04	Administración de magisterio
Movilidad	Coche (gasolina)	146	150	Encuesta alumnado
	Coche (gasóleo)	49	50	Encuesta alumnado
	Moto	97	100	Encuesta alumnado
	Autobús	535	550	Encuesta alumnado
	Tren	0	0	Encuesta alumnado
	Bicicleta	49	50	Encuesta alumnado
	A pie	146	150	Encuesta alumnado
	Bus + Tren	49	50	Encuesta alumnado
	Coche (gasolina)	22	22	Encuesta profesorado
	Coche (gasóleo)	44	44	Encuesta profesorado
	Moto	0	0	Encuesta profesorado
Autobús	22	22	Encuesta profesorado	

	Tren	0	0	Encuesta profesorado
	Bicicleta	7	7	Encuesta profesorado
	A pie	0	0	Encuesta profesorado
	Bus + Tren	7	7	Encuesta profesorado
Consumo papel	Papel blanco	750	750	Administración de magisterio
	Papel reciclado	200	200	
Residuos		Nulo	Nulo	No disponen

Fuente: elaboración propia

Tabla 15: Resumen del factor emisión de las fuentes de emisión

FUENTE DE EMISIÓN		FACTOR EMISIÓN		FUENTE
		2015	2016	
ALCANCE 1				
Gas natural		0,38 kgCO ₂ /kWh	0,34 kgCO ₂ /kWh	MAPAMA
ALCANCE 2				
Energía eléctrica		0,23 kgCO ₂ /kWh	0,24 kgCO ₂ /kWh	MAPAMA
ALCANCE 3				
Consumo agua		2.307 m ³	1.040 m ³	Informe Universidad de Córdoba
Construcción edificios		6.650,04 m ²	6.650,04 m ²	Servicio de reprografía
Movilidad	Coche (gasolina)	0,137 kg CO ₂ /km	0,137 kg CO ₂ /km	Informe Universidad de Córdoba
	Coche (gasóleo)	0,19 kg CO ₂ /km	0,19 kg CO ₂ /km	
	Moto	0,07958 kg CO ₂ /km	0,07958 kg CO ₂ /km	
	Autobús	0,04 kg CO ₂ /km/pers	0,04 kg CO ₂ /km/pers	
	Bicicleta	0	0	
	A pie	0	0	
	Bus + Tren	0,03456 kg CO ₂ /km/pers	0,03456 kg CO ₂ /km/pers	
	Coche (gasolina)	0,137 kg CO ₂ /km	0,137 kg CO ₂ /km	
	Coche (gasóleo)	0,19 kg CO ₂ /km	0,19 kg CO ₂ /km	
	Moto	0,07958 kg CO ₂ /km	0,07958 kg CO ₂ /km	
Autobús	0,04 kg	0,04 kg		

		CO2/km/pers	Co2/km/pers	
	Bicicleta	0	0	
	A pie	0	0	
	Bus + Tren	0,03456 kg CO2/km/pers	0,03456 kg CO2/km/pers	
Consumo papel	Papel blanco	1,84 kgCO ₂ /kg	1,84 kgCO ₂ /kg	Servicio de reprografía
	Papel reciclado	0,61 kgCO ₂ /kg	0,61 kgCO ₂ /kg	

Fuente: Elaboración propia

5.5. Cálculo de las emisiones

El cálculo de la Huella de Carbono se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Huella de carbono (t CO}_2\text{)} = \text{Dato Actividad} \times \text{Factor Emisión}$$

Solo en el caso de los datos de movilidad el cálculo de la HC no funciona con esta fórmula, en este caso se utiliza la siguiente formula:

$$\text{Huella de carbono (t CO}_2\text{)} = \frac{N \times D \times H}{O} \times \text{Factor emisión}$$

N: número de usuarios de cada medio de transporte

D: la distancia diaria recorrida por cada usuario desde su domicilio a su centro de estudio o trabajo

H: el número de días hábiles por año según el calendario oficial (200 para los trabajadores y 145 para los alumnos)

O: cuantas personas ocupan las motos o los coches.

En las siguientes tablas se pueden observar los resultados del cálculo:

5.5.1. Cálculo de la Huella de Carbono de 2015

Tabla 16: Cálculo de la HC Alcance 1 (2015)

Alcance 1			
Fuente de emisión	Dato	Factor emisión	Huella de C
Consumo de gas natural	429.621 kWh	0,38 kg CO2/kWh	0,16 t CO2
Total Emisiones de Alcance 1			0,16 t CO2

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17: Cálculo de la HC Alcance 2 (2015)

Alcance 2			
Fuente de Emisión	Dato	Factor Emisión	Huella de C
Consumo de energía eléctrica	166.049 kWh	0,23 kg CO2/kWh	0,038 t CO2
Total Emisiones de Alcance 2			0,038 t CO2

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18: Cálculo de la HC Alcance 3 (2015)

Alcance 3				
Fuente de emisión		Dato	Factor Emisión	Huella de C
Consumo de agua		2.307 m3	0,1427 kg CO2/m3	0,33 t CO2
Edificios construidos		6.650,04 m2	10,4 kg CO2/m2	69,16 t CO2
	Coche gasolina	146 Pers	0,137 kg CO2/km	44,46 t CO2
	Coche gasóleo	49 Pers	0,19 kg CO2/km	26,99 t CO2
	Moto	97 Pers	0,07958 kg CO2/km	4,47 t CO2
	Autobús	535 Pers	0,04 kg CO2/km/pers	49,36 t CO2
			0,03456 kg CO2/km/pers	
Movilidad	Bus + Tren	49 Pers		1,47 t CO2
	Coche gasolina	22 Pers	0,137 kg CO2/km	16,82 t CO2
	Trabajadores Coche	44 Pers	0,19 kg CO2/km	16,39 t CO2

gasóleo				
	Autobús	22 Pers	0,04 kg CO2/km/pers	2,99 t CO2
	Bus + Tren	7 Pers	0,03456 kg CO2/km/pers	0,07 t CO2
Consumo papel	Alumnos	750 kg	1,84 kg CO2/kg	1,38 t CO2
	Centro	200 kg	0,61 kg CO2/kg	0,122 t CO2
Total Emisiones Alcance 3				234,05 t CO2

Fuente: Elaboración propia

5.5.2. Cálculo de la Huella de Carbono de 2016

Tabla 19: Cálculo de la HC Alcance 1 (2016)

Alcance 1			
Fuente de emisión	Dato	Factor emisión	Huella de C
Consumo de gas natural	431.225 kWh	0,34 kg CO2/kWh	0,14 t CO2
Total Emisiones de Alcance 1			0,14 t CO2

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20: Cálculo de la HC Alcance 2 (2016)

Alcance 2			
Fuente de Emisión	Dato	Factor Emisión	Huella de C
Consumo de energía eléctrica	151.721 kWh	0,24 kg CO2/kWh	0,03 t CO2
Total Emisiones de Alcance 2			0,03 t CO2

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21: Cálculo de la HC Alcance 3 (2016)

Alcance 3				
Fuente de emisión	Dato	Factor Emisión	Huella de C	
Consumo de agua	1.040 m3	0,1427 kg CO2/m3	0,14 t CO2	
Edificios construidos	6.650,04 m2	10,4 kg CO2/m2	69,16 t CO2	
	Coche gasolina	146 Pers	0,137 kg CO2/km	44,46 t CO2
Alumnos	Coche	49 Pers	0,19 kg CO2/km	26,99 t CO2

		gasóleo		
		Moto	97 Pers	0,07958 kg CO2/km 4,47 t CO2
		Autobús	535 Pers	0,04 kg CO2/km/pers 49,36 t CO2
Movilidad		Bus + Tren	49 Pers	0,03456 kg CO2/km/pers 1,47 t CO2
		Coche gasolina	22 Pers	0,137 kg CO2/km 16,82 t CO2
	Trabajadores	Coche gasóleo	44 Pers	0,19 kg CO2/km 16,39 t CO2
		Autobús	22 Pers	0,04 kg CO2/km/pers 2,99 t CO2
		Bus + Tren	7 Pers	0,03456 kg CO2/km/pers 0,072 t CO2
Consumo papel	Alumnos		750 kg	1,84 kg CO2/kg 1,38 t CO2
	Centro		200 kg	0,61 kg CO2/kg 0,122 t CO2
Total Emisiones Alcance 3				233,87 t CO2

Fuente: Elaboración propia

5.6. Resultados

En la siguiente tabla se pueden observar las emisiones emitidas en los dos años en cuestión 2015 y 2016:

Tabla 22: Resumen de las emisiones

Alcance	Emisiones (2015)	Emisiones (2016)
Alcance 1	0,16 t CO2	0,14 t CO2
Alcance 2	0,038 t CO2	0,036 t CO2
Alcance 3	234,05 t CO2	233,87 t CO2
Emisiones totales	234,25 t CO2	234,046 t CO2

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 21, se puede ver un resumen de las emisiones de CO₂ que la escuela de magisterio emite al año. Si comparamos los dos años analizados podemos ver que las emisiones de CO₂ de 2016 han disminuido respecto a las

emisiones de 2015. Esto se debe en parte a la disminución del consumo de factores del alcance 1, 2 y 3.

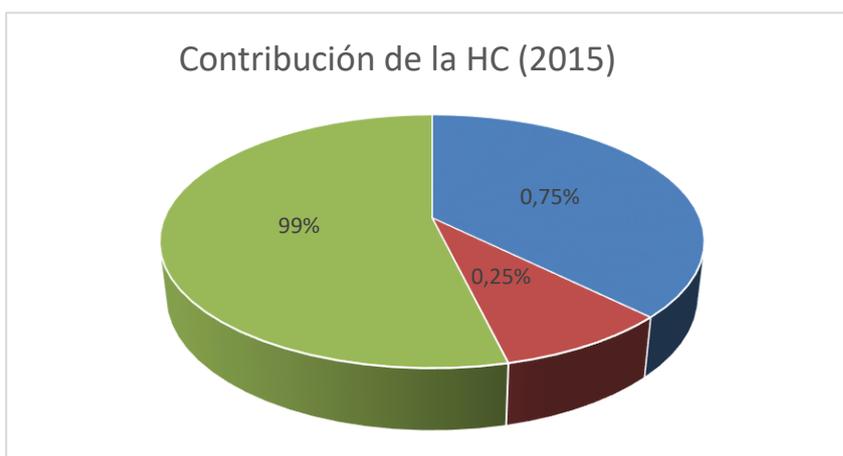
Tabla 23: Resumen de las emisiones por persona

Alcance	Emisiones (2015)	Emisiones (2016)
Alcance 1	0,00013 t CO2/pers	0,00012 t CO2/pers
Alcance 2	0,000032 t CO2/pers	0,000030 t CO2/pers
Alcance 3	0,199 t CO2/pers	0,194 t CO2/pers
Emisiones totales	0,199 t CO2/pers	0,194 t CO2/pers

Fuente: Elaboración propia

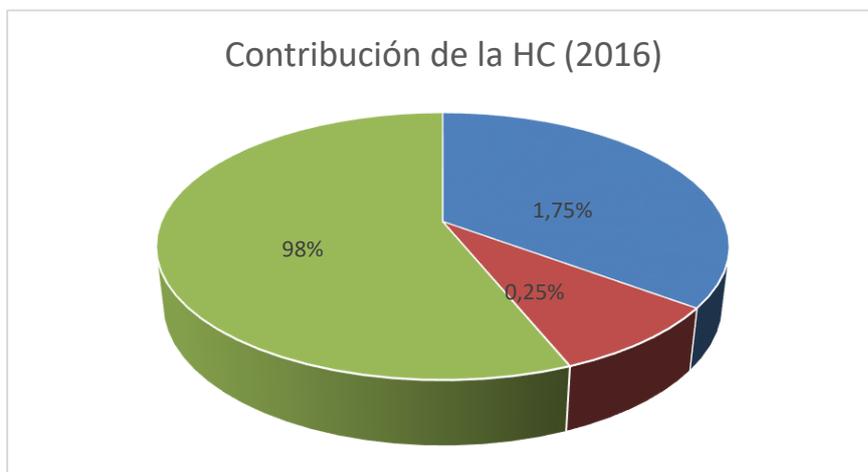
Si miramos más detenidamente a las emisiones, podemos calcularlas por persona, es decir, cuantas toneladas de CO₂ emiten al año cada alumno y trabajador que acuden a la universidad. Como podeis ver esta cifra es una aproximación ya que cada individuo que acude a la universidad, lo hace mediante una via de transporte diferente, por ello este cálculo es solo una aproximación de la media de alumnos y trabajadores.

Gráfico 7: Contribución de la Huella de Carbono de 2015



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 8: Contribución de la Huella de Carbono de 2016



Fuente: Elaboración propia

En los gráficos anteriores se puede observar el porcentaje que abarca cada tipo de alcance (alcance 1: azul; alcance 2: rojo; alcance 3: verde) según el total de emisiones en ambos años, el abarque de cada tipo de alcance no ha variado mucho en los dos años en cuestión. Aunque, las cifras han variado un poco disminuyendo las emisiones, llevando a cabo así los objetivos de reducir las emisiones de CO₂. Podemos decir que la disminución de los alcances ha sido parecida en los tres tipos de alcance.

Como se puede ver en el gráfico la participación de cada alcance no ha variado mucho en los dos años en cuestión. Pero si tenemos en cuenta las emisiones e los tres alcances en cuestión, en nuestro caso, los alcances de tipo 1 han sido los que más han disminuido, es decir, el consumo de gas natural ha sido, el que más ha bajado durante este el año. En el caso de las emisiones de alcance 2 en el porcentaje total de las emisiones su porcentaje no ha cambiado según el año anterior, pero esto no significa que el consumo de energía eléctrica no haya disminuido. Es decir, aunque, el consumo de energía eléctrica haya disminuido según el año anterior, si tenemos en cuenta la disminución de los

tres tipos de alcance el porcentaje que obtienen las emisiones de alcance 2 sigue siendo la misma que el año anterior. Las emisiones de alcance 3 han subido según el porcentaje total de emisiones, aunque en realidad hayan disminuido teniendo en cuenta las emisiones del año anterior, es decir, 2015.

Aunque las cifras han variado disminuyendo las emisiones de los tres tipos de alcance, llevando a cabo así los objetivos de reducir las emisiones de CO₂. Podemos decir que la disminución de los alcances ha sido parecida en los tres tipos de alcance.

6. Conclusiones

En las últimas décadas se ha observado una creciente preocupación por el medio ambiente y el sostenimiento de los recursos naturales. El deterioro de la salud del planeta ha generado graves problemas como el cambio climático. En la era industrial se crearon patrones de vida insostenibles e inaplicables a escala planetaria, sin embargo, la humanidad se desvinculó de ver tales problemas con el único pensamiento, que si una materia prima amenazase con agotarse el problema se resolvería con la sustitución por otra materia para tales fines. Al ver que esto era insostenible se empezó a crear una consciencia mutua que más adelante se conoció como “desarrollo sostenible”, es decir, “el conjunto de vías de progreso económico, social y político que atienden a las necesidades del presente sin comprometer las capacidades de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades”.

Después de la Segunda Guerra Mundial vino la era de mayor crecimiento económico y la creencia de que se podía llevar a cabo el crecimiento ilimitado. Por ello las Naciones Unidas crearon el primer informe “informe Brundtland” con la intención de transformar la actual forma de consumo y producción. Más adelante vinieron los acuerdos internacionales dirigidos al ralentamiento del cambio climático.

El primer acuerdo internacional para abordar el calentamiento global fue el convenio Marco de las Naciones Unidas (1992-94), en el que se acordó “*la estabilización de las concentraciones de gases con efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropogénicas peligrosas en el sistema climático.*” Este primer acuerdo, más que plantear soluciones buscaba concienciar a la población. En 1995 se iniciaron las negociaciones para fortalecer la respuesta mundial al cambio climático y en 1998 se adoptó el

Protocolo de Kyoto, que obliga jurídicamente a los países desarrollados a cumplir unas metas de reducción de las emisiones. Este protocolo estableció mecanismos de actuación por parte de organismos existentes. En la actualidad se ha visto que este protocolo no ha sido suficiente y por ello en 2020 van a poner en marcha los acuerdos de la Cumbre de Paris. El objetivo principal es reforzar la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, manteniendo el aumento de la temperatura mundial de este siglo por debajo de los 2°C con respecto a los niveles preindustriales y proseguir con los esfuerzos para reducirlo aún más el aumento de la temperatura a 1,5°C.

La política económica dispone de instrumentos de regulación e instrumentos de mercado para regular y reducir el impacto que recibe el medio ambiente. La reducción de emisiones no la generan los instrumentos directamente, sino la influencia que éstos puedan tener en el comportamiento de productores y consumidores, las inversiones realizadas por las empresas o los gobiernos y las innovaciones en tecnologías y productos.

Por otra parte el mercado de derechos de emisiones es un instrumento utilizado por Gobiernos, organismos financieros y grandes empresas para la reducción de gases efecto invernadero. Consiste en que organismos que se puedan permitir vender sus emisiones a otras compañías las vendan por cierta cantidad de dinero. Según algunas investigaciones estos mercados dejaron de ser interesantes cuando la tonelada de CO₂ alcance 25-30 €/Tm este precio estaba lejos de ser alcanzado el año pasado pero gracias a la nueva reforma que se ha dado en el último año el precio de las emisiones de CO₂ se ha multiplicado así alcanzando los 20€/Tm, lo que supone un incentivo para la transición energética hacia el uso de otras energías que no generen tantos gases efecto invernadero.

La huella de carbono (HC) es un indicador que representa la cantidad de emisiones y absorciones de GEI que son producidas o absorbidas, bien de un modo directo o indirecto. En los últimos años este indicador se ha convertido en una herramienta importante para las empresas, porque a la vez que da a conocer el impacto medio ambiental producido permite identificar la fuente de emisión y el grado de eficiencia en la utilización de los recursos que generan las empresas, a la vez que supone un ahorro económico por la reducción de consumo. Este indicador clasifica las emisiones en tres tipos de alcance; alcance 1 (directas) y alcance 2 y 3 (indirectas). La economía en general y la empresa como elemento básico de la misma deben entenderse como sistemas abiertos, relacionados con otros sistemas, políticos y sociales, todos ellos relacionados con su entorno, el medio ambiente. Por ello, el concepto de desarrollo sostenible toma sentido y es necesario que las organizaciones hagan, organicen y gestionen sus acciones.

Finalmente, pasamos a analizar los resultados obtenidos del cálculo de la Huella de Carbono en la Escuela de Magisterio de Gipuzkoa. El cálculo se ha realizado para los dos últimos años en los que existen datos disponibles, según la información facilitada por la UPV/EHU, 2015 y 2016.

Si miramos los resultados obtenidos, en los dos años en cuestión, podemos observar que la cantidad de CO₂ emitido a la atmosfera ha disminuido en la escuela de magisterio. En el año 2015 el total de emisiones fue de 234,25 t CO₂ y en 2016 el total de emisiones fue de 234,046 t CO₂, esto supone una reducción de 0,204 t CO₂ menos emitidas en tan solo un año. Las emisiones de alcance 1 (consumo de gas natural) han sido las que más han disminuido en este año, aunque las emisiones de alcance 2 y 3 (consumo de energía eléctrica y consumo de agua, edificios construidos, movilidad, consumo de papel y la creación de residuos respectivamente) también han disminuido. Por ello concluimos que los objetivos de la escuela de magisterio se están cumpliendo

en su lucha contra el cambio medio ambiental, aunque todavía queda mucho camino que recorrer.

7. Bibliografía

- Aguilera Klink, F. (1995). *Economía de los recursos naturales: un enfoque institucional*. Madrid: Fundación Argentaria.
- Álvarez Gallego, S., Rubio Sánchez, A., Rodríguez Olalla, A., Avilés Palacios, C., & López Quero, M. (2017). *Conceptos básicos de la huella de carbono*. Madrid: AENOR ediciones.
- Banco Mundial*. (12 de Abril de 2017). Obtenido de <https://blogs.worldbank.org/opendata/es/category/tags/datos-calentamiento-global>
- Banco Mundial*. (2018). Obtenido de <https://datos.bancomundial.org/indicador/EN.ATM.CO2E.KT>
- Bermejo, R. (2014). *Del desarrollo sostenible según Brundtland a la sostenibilidad como biomimesis*. Bilbao: Hegoa.
- Bermejo, R., Arto, I., Hoyos, D., & Garmendia, E. (2010). *Menos es más: del desarrollo sostenible al decrecimiento sostenible*. Bilbao: Hegoa.
- Calidad, A. E. (s.f.). *La Huella de Carbono*.
- Datos Macro*. (2017). Obtenido de <https://www.datosmacro.com/energia-y-medio-ambiente/emisiones-co2>
- De Toro, A., Gomera, A., Aguilar, J. E., Guijarro, C., Antúnez, M., & Vaquero, M. (2015). *La Huella de Carbono de la UCO*. Córdoba.
- Domenéch, J. L. (2007). *Huella ecológica y desarrollo sostenible*. Madrid: AENOR.

- Eco-Huella*. (2015). Obtenido de <https://www.eco-huella.com/2014/09/convencion-marco-de-naciones-unidas.html>
- El país*. (4 de Noviembre de 2016). Obtenido de https://elpais.com/internacional/2016/11/02/actualidad/1478101060_412467.html
- El País*. (3 de Marzo de 2017). Obtenido de https://elpais.com/economia/2017/03/03/actualidad/1488563461_784629.html
- España, G. d. (2018). *Factores de Emisión: Registro de Huella de Carbono, compensación y proyectos de absorción de dióxido de carbono*. Madrid: OECC.
- españa, G. d., & OECC. (2018). *Factores de emisión: Registro de la Huella de Carbono, compensación y proyectos de absorción de dióxido de carbono*. Madrid.
- Gallopín, G. (2003). *Sostenibilidad y desarrollo sostenible: un enfoque sistémico*. Santiago de Chile: Cepal.
- Gilbertson, T., & Reyes, O. (2006). *El mercado de emisiones como funciona y por qué fracasa*. La Paz: Cerro Azul Artes y Letras.
- Global Climate Change*. (08 de Mayo de 2018). Obtenido de <https://climate.nasa.gov/vital-signs/sea-level/>
- Gobierno de España* . (02 de Julio de 2018). Obtenido de MAPAMA: <http://www.mapama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/Huella-Carbono.aspx>

- Green Development*. (06 de 2018). Obtenido de <http://greendevlopment.com.gt/huella-de-carbono-protocolo-de-medicion-y-su-importancia/>
- López, N. (s.f.). *Metodología para el Cálculo de la huella ecológica en universidades*. Santiago de Compostela: Congreso Nacional del Medio Ambiente.
- MAPAMA. (Julio de 2018). Obtenido de <http://www.mapama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/Huella-Carbono.aspx>
- Meadows, D. (1992). *Los límites del crecimiento*. México.
- Ministerio de Agricultura, A. y. (2016). *Cambio Climático: Informe de síntesis*. Madrid.
- Mundial, B., & Adelphi. (2016). *Comercio de emisiones en la práctica: manual sobre el diseño y la implemetación de sistemas de comercio de emisiones*. Washington DC: World Bank.
- Naciones Unidas. (s.f.). Obtenido de <http://www.un.org/es/sections/issues-depth/climate-change/index.html>
- Naredo, J. M. (1996). *Sobre el origen, el uso y el contenido del término sostenible*. Madrid: Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente.
- Naredo, J. M. (2011). *Fundamentos de la economía ecológica*. Madrid: CIP-Ecosocial.
- Naredo, J. M., & Parra, F. (. (1993). *Hacia una ciencia de los recursos naturales*. Madrid: Sigo Veintiuno de España Editores, S.A.

- Panellas, M. (1 de Septiembre de 2018). Sube el precio de CO2: Calentar el planta ya no será barato. *El País*.
- SendeCO2. (05 de Septiembre de 2018). Obtenido de <https://www.sendeco2.com/es/precios-co2>
- statista. (2018). Obtenido de <https://es.statista.com/estadisticas/729104/produccion-minera-mundial/>
- Unibertsitatea, U. d.-E. (06 de 2018). *Euskampus*. Obtenido de <http://www.ehu.eus/zenbakitan/es/node/1.html>
- Unidas, N. (1992). *Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático*. Nueva York.
- Unidas, N. (1998). *Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*.
- Unidas, N. (2015). *Convención Marco sobre el Cambio Climático*.
- United Nations Climate Change*. (s.f.). Obtenido de <https://unfccc.int/>
- Universidad del País Vasco - Euskal Herriko Unibertsitatea*. (06 de 2018). Obtenido de <https://www.ehu.eus/es/web/estudiosdegrado-graduokoikasketak/grados-actual>
- Universidad del País Vasco - Euskal Herriko Unibertsitatea*. (06 de 2018). Obtenido de <https://www.ehu.eus/es/web/irakasleen-ue-donostia>
- Universidad del País Vasco/ Euskal Herriko Unibertsitatea*. (Julio de 2018). Obtenido de <https://www.ehu.eus/es/web/hefa/home>
- Vegara, J. M., Busom, I., Colldeforns, M., & Guerra, A. I. (2009). *El Cambio Climático: Análisis y Política Económica. Una Introducción*. Barcelona: La Caixa.

Wikipedia. (11 de Junio de 2018). Obtenido de https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/79/UNFCCC_parties.svg

Wikipedia. (7 de Junio de 2018). Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Protocolo_de_Kioto#/media/File:Kyoto_Protocol_participation_map_2010.png

Wikipedia. (15 de Junio de 2018). Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/EDP_Espa%C3%B1a

World Economic Forum. (02 de Junio de 2017). Obtenido de <https://www.weforum.org/es/agenda/2017/06/que-paises-forman-parte-del-acuerdo-de-paris>

8. Índice de figuras

Figura 1: Países que forman parte de la Convención Marco de las Naciones Unidas	24
Figura 2: Países que forman parte del Protocolo de Kyoto	26
Figura 3: Imagen global del Acuerdo de París	29
Figura 4: Clasificación de los diferentes instrumento de regulación.....	31
Figura 5: Clasificación de las emisiones según los alcances	47
Figura 6: La triple dimensión de la actividad de una empresa	49
Figura 7: Análisis DAFO de la huella de carbono.....	51
Figura 8: Características de una organización sostenible	54
Figura 9: Ciclo de vida de las materias	57
Figura 10: Facultad de la Educación (UPV/EHU) Donostia.....	59
Figura 11: Resumen de los alcances	60

9. Índice de tablas

Tabla 1: Clasificación de las herramientas para el cálculo de la HC	44
Tabla 2: Datos de gas natural	63
Tabla 3: Factor emisión del consumo de gas natural	63
Tabla 4: Datos del consumo de energía eléctrica	64
Tabla 5: Factor emisión del consumo de energía eléctrica	64
Tabla 6: Datos del consumo de agua.....	65
Tabla 7: Datos sobre los m2 construidos de los edificios.....	66
Tabla 8: Movilidad de los alumnos	68
Tabla 9: Movilidad del profesorado	68
Tabla 10: Movilidad total del centro.....	69
Tabla 11: Factor emisión según el combustible	69
Tabla 12: Datos sobre el consumo de papel	71
Tabla 13: Factor emisión del consumo de papel.....	71
Tabla 14: Resumen de los datos obtenidos de las fuentes de emisión.....	72
Tabla 15: Resumen del factor emisión de las fuentes de emisión.....	73
Tabla 16: Cálculo de la HC Alcance 1 (2015).....	75
Tabla 17: Cálculo de la HC Alcance 2 (2015).....	75

Tabla 18: Cálculo de la HC Alcance 3 (2015).....	75
Tabla 19: Cálculo de la HC Alcance 1 (2016).....	76
Tabla 20: Cálculo de la HC Alcance 2 (2016).....	76
Tabla 21: Cálculo de la HC Alcance 3 (2016).....	76
Tabla 22: Resumen de las emisiones	77
Tabla 23: Resumen de las emisiones por persona	78

10. Índice de gráficos

Gráfico 1: Evolución del promedio de temperaturas terrestres.....	17
Gráfico 2: La evolución del nivel del mar (MM)	18
Gráfico 3: Evolución mundial de las emisiones de CO ₂	19
Gráfico 4: Emisiones mundiales de CO ₂ (2016)	20
Gráfico 5: Emisiones de CO ₂ per cápita de los países que más CO ₂ emiten ...	21
Gráfico 6: Precio de las emisiones de CO ₂ (euro/tonelada):.....	39
Gráfico 8: Contribución de la Huella de Carbono de 2016	79
Gráfico 7: Contribución de la Huella de Carbono de 2015	Error! Marcador no definido.

11. Anexo 1: Datos de consumo de la universidad

	Sup. útil	Consumo energía primaria kWh/m ² /año	Emisiones CO ₂ gCO ₂ /m ² /año	Consumo Eléctrico 2015										Consumo Gas 2015					Agua 2015				
				TOTAL kWh	€/kWh	€	ratio kWh/m ²	calef.	refrig.	ilum.	vent.	bomb.	otros (ofimática)	TOTAL kWh	€/kWh	€ (l. inc.)	ratio kWh/m ²	calef.	ACS	m ³	€/m ³	€	
MAGISTERIO	6.650,04 m ²	B 121,10	C 22,10	166.049	0,1638	27.199 €	24,97		5%	44%	7%	10%	34%	429.621	0,0684	29.386 €	64,60	92%	8%	2.307	2,4221	5.588 €	
ARQUITECTURA	11.564,39 m ²	C 197,70	C 36,80	294.860	0,1722	50.775 €	25,50		12%	66%	7%	5%	10%	612.266	0,0675	41.328 €	52,94	100%		1.435	1,4708	2.111 €	
EMPRESARIALES	8.653,72 m ²	C 222,10	C 40,30	206.024	0,1606	33.087 €	23,81		5%	65%	7%	6%	17%	501.584	0,0679	34.058 €	57,96	100%		1.405	1,8514	2.601 €	
ENFERMERIA	4.691,77 m ²	C 164,40	C 30,80	129.840	0,1454	18.879 €	27,67			76%	5%	7%	12%	205.300	0,0727	14.925 €	43,76	100%		1.171	2,9422	3.445 €	
INFORMÁTICA	7.147,76 m ²	D 231,10	C 39,30	556.978	0,1816	101.147 €	77,92	22%	14%	16%	7%	7%	34%								1.986	1,7333	3.442 €
QUIMICA	11.011,31 m ²	C 183,40	C 34,50	784.904	0,1371	107.610 €	71,28		6%	24%	10%	7%	53%	725.730	0,0669	48.551 €	65,91	95%	5%	8.244	1,1253	9.277 €	
FEFA-PSICOLOGIA	14.429,21 m ²	B 172,90	B 32,00	562.000	0,1556	87.447 €	38,95		3%	53%	8%	8%	28%	767.699	0,0841	64.563 €	53,20	100%		2.859	1,8592	5.315 €	
DERECHO	7.976,38 m ²	C 255,60	C 49,60	190.980	0,1592	30.404 €	23,94	5%	2%	49%			7%	37%	558.743	0,0675	37.715 €	70,05	100%		3.619	1,2275	4.442 €
KORTA	5.914,55 m ²	B 331,61	B 75,29	1.915.864	0,1166	223.390 €	323,92							680.390	0,0660	44.906 €	115,04	100%				- €	
E. ZIPITRIA	4.996,00 m ²	A 249,00	A 60,70	186.392	0,2545	47.437 €	37,31							46.956	0,0854	4.010 €	9,40	100%				- €	
EUP	21.054,00 m ²	C 312,32	C 71,55	768.991	0,1603	123.269 €	36,52							699.226	0,0678	47.408 €	33,21	100%		3.977	3,1720	12.615 €	
VICERRECTORADO	1.186,00 m ²	D 227,00	C 43,00	48.266	0,1625	7.843 €	40,70	2%	2%	55%	2%	5%	34%	43.089	0,1051	4.529 €	36,33	100%		235	2,7957	657 €	
BARRIOLA	10.151,15 m ²	C 178,81	C 34,53	229.200	0,1502	34.426 €	22,58							660.735	0,0676	44.666 €	65,09	100%		2.986	2,7802	8.302 €	
DIPC Edificio 1																							
DIPC Edificio 2																							
DIPC Edificio 3	2.637,18 m ²			2.057.496	0,1166	239.980 €	780,19																
DIPC Edificio 4																							
SUBTOTAL GIPUZKOA	118.063,47 m²			8.097.844		1.132.894 €								5.931.339		416.045 €				30.224		57.796 €	

	Sup. útil	Consumo energía primaria kWh/m ² /año	Emisiones CO ₂ gCO ₂ /m ² /año	Consumo Eléctrico 2016										Consumo Gas 2016					Agua 2016				
				TOTAL kWh	€/kWh	€	ratio kWh/m ²	calef.	refrig.	ilum.	ventilad.	bombeo	otros (ofimática)	TOTAL kWh	€/kWh	€ (l. inc.)	ratio kWh/m ²	calef.	ACS	m ³	€/m ³	€	
MAGISTERIO	6.650,04 m ²	B 121,10	C 22,10	151.721	0,1628	24.700 €	22,82		5%	44%	7%	10%	34%	431.225	0,0580	25.011 €	64,85	92%	8%	1.040	0,7761	807 €	
ARQUITECTURA	11.564,39 m ²	C 197,70	C 36,80	293.770	0,1650	48.472 €	25,40		12%	66%	7%	5%	10%	601.085	0,0573	34.442 €	51,98	100%		834	1,4169	1.182 €	
EMPRESARIALES	8.653,72 m ²	C 222,10	C 40,30	186.909	0,1536	28.709 €	21,60		5%	65%	7%	6%	17%	568.779	0,0441	25.083 €	65,73	100%		829	2,1759	1.804 €	
ENFERMERIA	4.691,77 m ²	C 164,40	C 30,80	129.644	0,1423	18.448 €	27,63			76%	5%	7%	12%	162.505	0,0603	9.799 €	34,64	100%		574	3,1460	1.806 €	
INFORMÁTICA	7.147,76 m ²	D 231,10	C 39,30	552.882	0,1477	81.661 €	77,35	22%	14%	16%	7%	7%	34%								1.461	1,9638	2.869 €
QUIMICA	11.011,31 m ²	C 183,40	C 34,50	802.670	0,1319	105.872 €	72,90		6%	24%	10%	7%	53%	915.022	0,0561	51.333 €	83,10	95%	5%	3.125	1,1177	3.493 €	
FEFA-PSICOLOGIA	14.429,21 m ²	B 172,90	B 32,00	530.661	0,1496	79.387 €	36,78		3%	53%	8%	8%	28%	1.010.804	0,0567	57.313 €	70,05	100%		1.417	1,7700	2.508 €	
DERECHO	7.976,38 m ²	C 255,60	C 49,60	186.998	0,1479	27.657 €	23,44	5%	2%	49%			7%	37%	437.081	0,0584	25.526 €	54,80	100%		2.287	1,3348	3.053 €
KORTA	5.914,55 m ²	B 331,61	B 75,29	1.986.461	0,1106	219.703 €	335,86							584.777	0,0570	33.332 €	98,87	100%				- €	
E. ZIPITRIA	4.996,00 m ²	A 249,00	A 60,70	226.221	0,1784	40.358 €	45,28							65.705	0,0706	4.639 €	13,15	100%				- €	
EUP	21.054,00 m ²	C 312,32	C 71,55	828.877	0,1394	115.545 €	39,37							694.641	0,0575	39.942 €	32,99	100%		2.876	3,6585	10.522 €	
VICERRECTORADO	1.186,00 m ²	D 227,00	C 43,00	42.588	0,1628	6.933 €	35,91	2%	2%	55%	2%	5%	34%	56.404	0,0660	3.723 €	47,56	100%		119	2,8378	338 €	
BARRIOLA	10.151,15 m ²	C 178,81	C 34,53	215.153	0,1551	33.370 €	21,19							647.293	0,0577	37.349 €	63,77	100%		1.417	2,9028	4.113 €	
DIPC Edificio 1																							
DIPC Edificio 2																							
DIPC Edificio 3	2.637,18 m ²			1.546.000	0,1224	189.270 €	586,23																
DIPC Edificio 4																							
SUBTOTAL GIPUZKOA	118.063,47 m²			7.680.555		1.020.086 €								6.175.321		347.491 €				15.979		32.494 €	

12. Anexo 2: Encuesta Movilidad

Hola a todos,

Soy una alumna de la UPV/EHU y estoy realizando el Proyecto Final del Grado en Administración y Dirección de Empresas en el campus de Gipuzkoa, en el que voy a calcular la Huella de Carbono de la Escuela de Magisterio de la UPV/EHU. Por ello te agradecería que respondieras al siguiente cuestionario relativo a la movilidad del alumnado y personal empleado en el centro. Los datos que me facilites serán anónimos y solo te supondrá un par de minutos responderla.

Muchas gracias.

¿Qué eres?

Trabajador

Alumno

La distancia media que se encuentra entre tu domicilio y la facultad

Tu respuesta

¿En qué curso de la carrera os encontráis?

Primero

Segundo

Tercero

Cuarto

Trabajador

Medio de transporte utilizado para desplazarse a la universidad

Autobús

Tren

Coche

Moto

Bici

A pie

Combinación: Autobús + Tren

Cantidad de desplazamientos por semana ejemplo (coche)

Tu respuesta

Número de pasajeros en caso de que se comparta coche o moto

1

2

3

4

5

En caso de coche o moto el combustible

Gasolina

Gasóleo

Otro