

FORMACIÓN A DISTANCIA Y CAMBIO CLIMÁTICO EN 2020

acodea 
AGENCIA DE ESPAÑA

PROGRAMA
IRPF ACODEA
2020

INVESTIGACIÓN SOBRE LAS CONSECUENCIAS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO DE LA FORMACIÓN A DISTANCIA FOMENTADA DEBIDO A LA COVID-19 FRENTE A LA FORMACIÓN PRESENCIAL TRADICIONAL, MEDIANTE LA METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA APLICANDO UN MODELO CONSECUENCIAL

MATERIA PROGRAMA IRPF: LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO



GOBIERNO
DE ESPAÑA

VICEPRESIDENCIA
CUARTA DEL GOBIERNO

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

FORMACIÓN A DISTANCIA Y CAMBIO CLIMÁTICO EN 2020

Investigación sobre las consecuencias sobre el cambio climático de la formación a distancia fomentada debido a la COVID-19 frente a la formación presencial tradicional, mediante la metodología de Análisis de Ciclo de Vida aplicando un modelo consecencial

© ACODEA 2020 (algunos derechos reservados)

Las opiniones en esta publicación no representan necesariamente las de la Fundación Acodea

Esta publicación puede ser reproducida con fines no comerciales sin permiso expreso de la Fundación Acodea siempre y cuando se cite la fuente (Cita: “Investigación sobre las consecuencias sobre el cambio climático de la formación a distancia fomentada debido a la COVID-19 frente a la formación presencial tradicional, mediante la metodología de Análisis de Ciclo de Vida. – ACODEA – 2020”)

CREDITOS IMÁGENES:

Solid Forest, Acodea, Dominio Público o con créditos indicados en la propia imagen

Proyecto subvencionado por Orden de 20 de mayo de 2020 («BOE» núm. 150, de 27 de mayo de 2020) por la que se convoca para el año 2020 la concesión de subvenciones a entidades del Tercer Sector u Organizaciones no Gubernamentales que desarrollen actividades de interés general consideradas de interés social en materia de investigación científica y técnica de carácter medioambiental



FORMACIÓN A DISTANCIA Y CAMBIO CLIMÁTICO EN 2020

INVESTIGACIÓN DE LAS CONSECUENCIAS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO DE LA FORMACIÓN A DISTANCIA UTILIZADA DURANTE EL ESTADO DE ALARMA DEBIDO A LA COVID-19 FRENTE A LA FORMACIÓN PRESENCIAL TRADICIONAL

INTRODUCCIÓN

La pandemia de la COVID-19 ha supuesto un cambio profundo en las actividades comunes de la sociedad. Una de las consecuencias más reseñables es que en todos los sectores donde ha sido posible se han impuesto un modelo de trabajo “a distancia” frente a un modelo “presencial”.

Mientras en el año 2019, sólo el 4,8% de los trabajadores lo hacía habitualmente desde casa¹, la situación creada por la pandemia y la situación de confinamiento ha incrementado este porcentaje hasta el 40%². Este incremento ha sido tan notable, que llevó al gobierno español a aprobar en septiembre de 2020 (solo seis meses después del inicio del estado de alarma y los confinamientos) el Real Decreto-ley 28/2020, conocido como “Ley del Teletrabajo”.

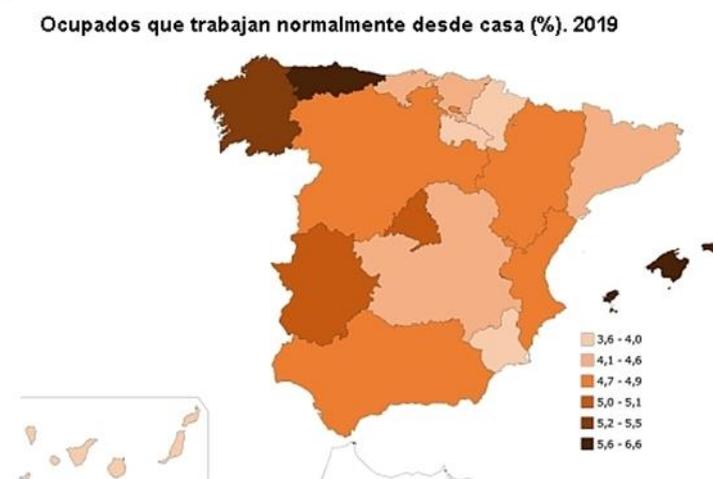


Ilustración 1 - Fuente: Instituto Nacional de Estadística

¹ INE: “El teletrabajo en España y la UE antes del COVID-19” – Cifras INE – febrero 2020

² FUNCAS: Encuestas Funcas sobre el coronavirus

Pero este cambio social no ha afectado únicamente al trabajo, sino también a todas las actividades diarias que suponen la salida de los hogares, y una de las principales es la formación, tanto de menores como de adultos.

En España, en el curso 2019/2020 había cerca de 10 millones de estudiantes matriculados en algún ciclo formativo reglado³, además de los matriculados en otras formaciones como Educación Especial, Formación para adultos, y otras formaciones no regladas o informales.



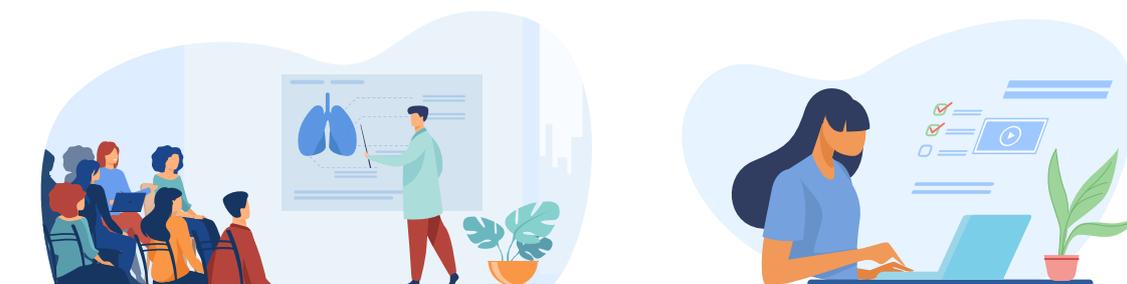
Ilustración 2 - Fuente: Elaboración propia a partir de datos de "EDUCAbase", Ministerio de Educación y Formación Profesional / Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades

A partir del estado de alarma decretado en marzo de 2020, prácticamente la totalidad de ese alumnado pasó a recibir la formación en formato a distancia, hasta la finalización del curso 2019/2020. Este cambio de modelo en la educación ha resultado ser todavía mayor que en el ámbito laboral, y aunque todavía no hay datos oficiales, la "tele formación" se ha convertido en una práctica totalmente generalizada en el país, implantándose de una forma masiva y con muchas posibilidades de quedarse para siempre como una nueva herramienta formativa habitual.

Este cambio en el modelo de formación supone no sólo una alteración de las rutinas formativas y de los modelos de enseñanza habituales tanto para el profesorado como el alumnado, sino que además supone una modificación de los propios medios utilizados y necesarios, y del entorno formativo.

³ Estadísticas sobre la Educación en España. Ministerio de Educación y Formación Profesional. Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades. <https://www.educacionyfp.gob.es/servicios-al-ciudadano/estadisticas.html>

Así, la formación online o a distancia prescinde de documentación en papel, (libros de texto principalmente) pero requiere de medios tecnológicos para todo el alumnado y todo el profesorado. Además, evita un gran número de desplazamientos, pero, por otro lado, requiere de la creación de nuevo contenido en un formato no existente, con lo que supone la participación de nuevos profesionales del sector de las TIC aplicado a la formación. Igualmente, los consumos energéticos varían, puesto que ya no se pueden compartir instalaciones como aulas, y cada implicado en la formación debe aportar su propio uso de energía eléctrica, lo que puede hacer aumentar el consumo global de energía.



Son muchos los aspectos que diferencian estos dos modelos de formación, y sus implicaciones sobre el medio ambiente pueden ser muy importantes, aunque a priori no es fácil estimar cuál de los dos tiene un mayor impacto medioambiental. Por esta razón resulta necesario realizar un análisis medioambiental objetivo de los dos modelos formativos en el que se consideren todos los elementos directa e indirectamente implicados en cada modelo.

Por ello, **desde ACODEA se ha desarrollado un proyecto que evalúa de una forma completa los principales impactos ambientales de estos dos modelos formativos, presencial y a distancia**, utilizando para ello la metodología del **Análisis de Ciclo de Vida**. Dada las implicaciones en todo el tejido social de un cambio tan importante, parece necesario abordar este análisis con un modelo de análisis Consecuencial, término utilizado habitualmente en la metodología de ACV⁴, donde se consideran no solo las entradas y salidas del modelo como un hecho puntual o un sistema cerrado, sino que se considera el impacto en toda la sociedad y los cambios e implicaciones de la sustitución de un modelo (en este caso la formación presencial) , frente al modelo Atribucional habitual de Análisis de Ciclo de Vida con enfoque en las asignaciones de propiedades (masa, energía, económicas...)

En este documento, se presenta un resumen de los resultados obtenidos en este análisis, desarrollado siguiendo los estándares ISO 14040 e ISO 14044.

⁴ Análisis de Ciclo de Vida

LA HUELLA DE CARBONO EN EL CICLO DE VIDA

La denominada "Huella de carbono" es un indicador medioambiental que nos informa sobre la cantidad de Gases de Efecto Invernadero que se emiten a la atmósfera debido a la realización de cualquier actividad, como la fabricación y uso de un producto, la prestación de un servicio, desde la extracción o producción de materias primas hasta la disposición final o reaprovechamiento de los residuos, pasando por todas las fases intermedias de producción, distribución, y uso -en los análisis denominados "de la cuna a la tumba"- o de todas las fases hasta su puesta a disposición del siguiente actor en la cadena de valor -en los análisis denominados "de la cuna a la puerta"-.

Los Gases de Efecto Invernadero son principalmente el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄) y el óxido nitroso (N₂O), además de los gases de tipo Clorofluorcarbono (CFCs), Hidroclorofluorocarbonos (HCFCs), PFCs y SF₆. Estos gases se emiten en procesos no naturales, por ejemplo, en la quema de combustibles fósiles, o en la fuga de refrigerantes, que surgen a lo largo de toda la cadena productiva. Cada uno de estos gases afecta en mayor o menor medida al "Calentamiento Global", y la suma de todos ellos durante el ciclo de vida de un producto o servicio, considerando este "Potencial de Calentamiento Global", se denomina "Huella de Carbono".

Para elaborar un cálculo de huella de carbono de un producto o servicio, se sigue habitualmente la ISO 14067:2018 "Gases de efecto invernadero — Huella de carbono de productos — Requisitos y directrices" para cuantificación, aunque es posible utilizar otras normas similares, como se muestra en el siguiente esquema.



La norma ISO 14067 se fundamenta en las normas de Análisis de Ciclo de Vida ISO 14040 e ISO 14044.

FORMACIÓN PRESENCIAL Y FORMACIÓN A DISTANCIA. DIFERENCIAS CON CONSECUENCIAS EN EL ENTORNO.

La Formación Presencial y la Formación a Distancia a través de medios telemáticos tienen importantes diferencias en múltiples áreas, empezando por el método formativo y de aprendizaje de ambos -que, aunque comparten elementos, están claramente diferenciados – pasando por aspectos como los medios materiales necesarios para alumnado y profesorado, las instalaciones, los requisitos técnicos, los desplazamientos necesarios, etc.

En el proyecto llevado a cabo por ACODEA, el objetivo es evaluar los impactos ambientales a través de las consecuencias en el entorno, por lo que, de entre todas estas áreas diferenciales entre ambas tipologías de formación, solo se han considerado aquellas acciones o cambios de procesos que supongan una alteración del medio, bien por el uso de materiales, desplazamientos, etc., todo ello abordado desde una perspectiva consecencial.

En concreto, se han evaluado las siguientes áreas:

TIPOLOGÍA	ÁREA	ELEMENTO
MATERIALES	LIBROS DE TEXTO	CREACIÓN/DISEÑO
		PRODUCCIÓN
		COMERCIALIZACIÓN
		REUTILIZACIÓN/RESIDUOS
	MATERIALES DE ESCRITORIO	FABRICACIÓN
		RESIDUOS
MATERIAL INFORMÁTICO	FABRICACIÓN	
	USO	
	RESIDUOS	
PROCESOS Y SERVICIOS	INSTALACIONES Y MEDIOS COMPARTIDOS (AULAS, COLEGIOS, COMEDORES ETC.)	CARACTERÍSTICAS
		CONSTRUCCIÓN
		USO
		MANTENIMIENTO
	INSTALACIONES Y MEDIOS PARTICULARES (HOGARES, RESTAURANTES, COMIDA A DOMICILIO)	CARACTERÍSTICAS
		CONSTRUCCIÓN
		USO
	DESPLAZAMIENTOS EN TRANSPORTE COLECTIVO	MANTENIMIENTO
		USO
	DESPLAZAMIENTO EN TRANSPORTE PARTICULAR	DISPONIBILIDAD
		FABRICACIÓN

MATERIALES

Los materiales necesarios para llevar a cabo los dos tipos de formación pueden ser muy diferentes, lo que da lugar a emisiones también muy distintas.

- **LIBROS DE TEXTO:** Utilizados comúnmente en la formación presencial, ya sean libros editados o documentación desarrollada íntegramente por el profesorado, suponen emisiones debidas a su composición (papel y

tintas), su fabricación y su distribución. La formación a distancia prescinde prácticamente de este elemento en su totalidad. Además, los libros pueden ser un residuo que deba ser tratado para su reciclaje o cualquier otro tipo de gestión, lo que puede generar emisiones o evitarlas en ciertos escenarios. La cantidad de usos de cada libro es relevante a la hora de estimar sus emisiones, puesto que no tienen por qué ser considerados como norma general como elementos de un único uso. Por otro lado, los libros de texto en formato digital, aunque no requieran ser impresos, si requieren herramientas y otros medios para ser desarrollados, y suelen incluir material audiovisual que debe ser generado y almacenado.



- **MATERIALES DE ESCRITORIO:** Principalmente material de escritura. En este estudio no se han considerado otros materiales utilizados generalmente en los primeros ciclos de formación obligatoria, ni materiales para formación práctica. El material de escritura puede llegar a ser similar en la formación tradicional y en la formación *online*, pero el uso de herramientas informáticas puede reemplazar a estos materiales de forma más rápida en la formación *online*.
- **MATERIAL INFORMÁTICO:** Aunque el material informático se usa habitualmente ya en la mayoría de la formación presencial, a través de ordenadores, pantallas y elementos de proyección, suelen estar limitados a las aulas donde se imparte la información, mientras que en el modelo online, este material es imprescindible para cada estudiante de forma individual, además de para el profesorado. El uso de este material en el ciclo de vida analizado supone unas emisiones de Gases de Efecto

Invernadero derivadas tanto de su fabricación como de su uso, que requiere siempre de suministro eléctrico, bien continuo o bien para la carga de baterías.

PROCESOS Y SERVICIOS

El desarrollo de la formación tradicional requiere de sus propios medios e instalaciones, que por norma general son compartidas por un grupo de estudiantes. En la formación *online* cada hogar se convierte en un aula, y requiere de sus propios medios para permitir la actividad, como por ejemplo su propia iluminación, climatización y mobiliario.

- **INSTALACIONES Y MEDIOS COMPARTIDOS:** En este proyecto se han incluido aquí todos los elementos que son compartidos por un grupo de estudiantes, por ejemplo, las aulas, que suponen la construcción del edificio donde se ubican (considerando su amortización a lo largo del tiempo) y sus requerimientos de servicios como el suministro eléctrico, limpieza, etc. Todas las emisiones de GEIs⁵ derivadas de estos servicios compartidos se reparten entre cada estudiante.
- **INSTALACIONES Y MEDIOS PARTICULARES:** En la formación online, cada ubicación donde se encuentra cada estudiante requiere de sus servicios para su correcto funcionamiento. Esto quiere decir que cada estudiante requiere de una ubicación física, que requiere ser construida, un suministro eléctrico, y acceso a internet. Todos estos elementos suponen emisiones de GEIs, pero debemos considerar que ninguno de ellos es de uso exclusivo para formación, y que tampoco se requieren únicamente por la formación, sino que se encuentran en los hogares. En este proyecto, se ha considerado la parte proporcional de uso de cada uno de los elementos utilizados durante la formación pertenecientes a la ubicación del alumnado. En este estudio se ha considerado que todos los estudiantes realizan la formación en sus domicilios, no se han considerado centros compartidos como bibliotecas o puntos con acceso público a internet.
- **DESPLAZAMIENTOS:** Por definición, la formación presencial requiere que el alumnado se encuentre en la misma sala que el profesorado, por lo que los desplazamientos son imprescindibles. Los desplazamientos que se realizan en vehículos a motor, ya sean particulares o colectivos, producen Gases de Efecto Invernadero de forma directa, por la quema de combustible, o de forma indirecta por la recarga de baterías de

⁵ Gases de Efecto Invernadero

vehículos eléctricos. La mayoría de estos desplazamientos desaparece en el modelo de formación a distancia. En un escenario en el que toda la formación presencial se transformase en formación a distancia, es decir, casi sin desplazamientos, el cambio podría ser tan grande que se alterasen los servicios de transporte público. Al haber menos demanda de viajeros, los autobuses, metro y trenes podrían ofrecer menos frecuencia de viajes, lo que supondría una reducción de emisiones a nivel global. En este proyecto no se ha incluido este escenario por la falta de evidencias suficientes para realizar un modelo consistente global.

UNIDAD FUNCIONAL DE ANÁLISIS y LÍMITES DEL SISTEMA

A la hora de realizar un análisis de ciclo de vida, es necesario definir la denominada "Unidad funcional" dentro del sistema analizado. Esta unidad debe representar con objetividad y claridad el propósito y funcionalidad del producto o servicio analizado, debe permitir englobar las "entradas y salidas del sistema" – esto es, los recursos necesarios, tanto materiales como energéticos, y los productos y resultados obtenidos, así como materiales y residuos generados -, y debe permitir la comparabilidad con otros sistemas similares. Los resultados de los análisis se referirán a cada unidad funcional.

En nuestro caso, existen dos sistemas a analizar, que cumplen la misma funcionalidad, pero con métodos (sistemas) diferentes para cumplir el mismo objetivo: formar al alumnado.

Dada la enorme variedad de formación que puede llegar a recibir el alumnado, es necesario acotar nuestro sistema para poder realizar una comparación válida. No tendría sentido, por ejemplo, comparar la realización de un Máster universitario con la de un Taller de robótica para jóvenes, puesto que los medios necesarios no son los mismos, la duración no es igual y los objetivos curriculares son diferentes.

Por ello, en este proyecto se ha optado por realizar el análisis de una formación tradicional que se ha visto afectado durante el estado de alarma y confinamiento debido a la COVID-19 en 2020, y que implica a un gran número de estudiantes, que es la formación escolar obligatoria, tanto de primaria como secundaria. En concreto, se desarrolla el Análisis de Ciclo de Vida de la realización de un curso escolar completo dentro de estos ciclos formativos, considerando que los requisitos materiales y de servicios accesorios son similares en cualquier curso desde 1º de Educación Primaria hasta el último curso de Educación Secundaria Obligatoria. En el curso 2019/2020, aproximadamente 5 millones de estudiantes en España se encontraban en esta situación.

Por tanto, la unidad funcional utilizada, tanto para el estudio de la formación presencial como de la formación a distancia será: **“Realización de un curso de Educación Obligatoria en España Peninsular por parte de un estudiante”**. No se considera un año específico en el análisis, pero los datos de actividad, promedios y estadísticos utilizados para el cálculo se refieren a cursos entre el 2014/2015 y el 2018/2019. En esta Unidad Funcional quedan excluidas las materias y actividades no obligatorias, y se considera que el curso se completa en una única anualidad.

Una vez establecida la Unidad Funcional sobre la que se reportarán los resultados, debemos establecer los límites específicos del sistema a analizar. Las emisiones de Gases de Efecto Invernadero derivadas de los elementos y actividades que queden fuera de los límites no son analizadas ni se incluyen en los resultados finales.

En la siguiente figura se muestran de forma esquemática los límites del sistema definido para este proyecto, donde se excluyen específicamente el diseño de materiales formativos - pero no su fabricación en el caso de materiales en soporte físico -, la fabricación de los medios de transporte y las infraestructuras de transporte utilizadas, ni el diseño y construcción de otras infraestructuras necesarias para la realización de la formación ya sea esta *online* o presencial (centros formativos, hogares, red de comunicaciones, etc.).

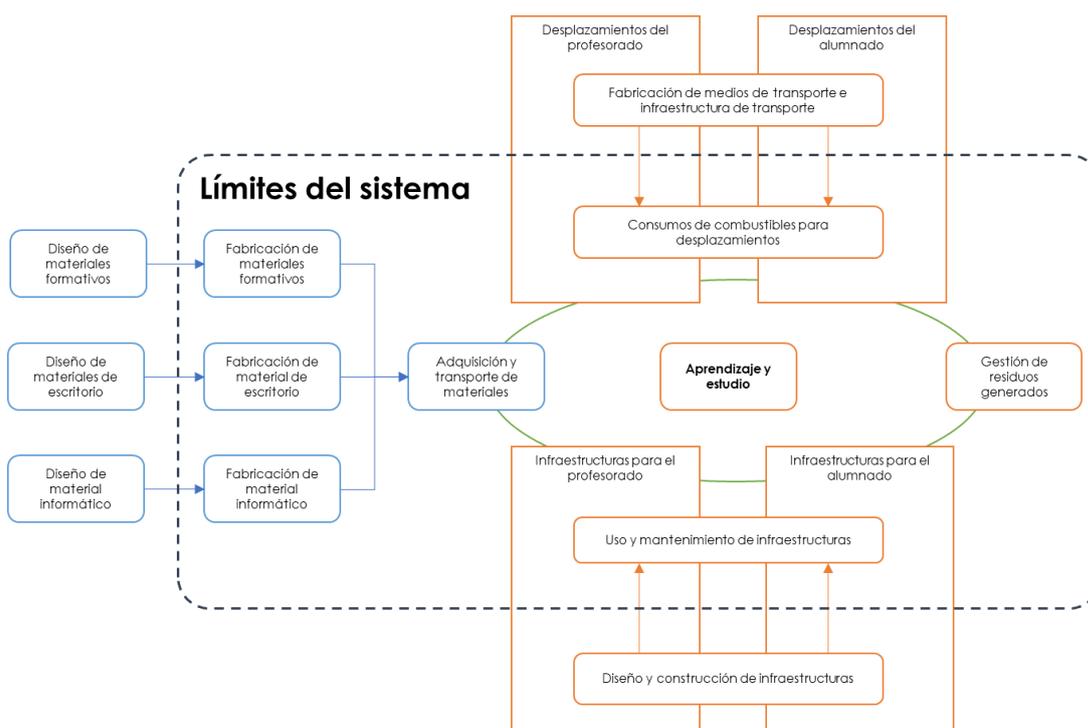


Ilustración 3 - Límites del sistema definidos en el proyecto

FORMACIÓN PRESENCIAL

Siguiendo los límites anteriormente descritos, se ha desarrollado un modelo para el Análisis de Ciclo de Vida de la Formación Presencial, correspondiente a un curso completo, recibido por un alumno/a, en Enseñanza Obligatoria (Primario o Secundaria).

Para llevar a cabo este modelo ha sido necesario establecer unos datos de actividad comunes, que se han establecido a partir de datos estadísticos y otras fuentes. Dentro de la homogeneidad del sistema educativo en España desde la última Ley Educativa, existen múltiples variables, que cubren a los aproximadamente 5 millones de alumnos de estos ciclos, por lo que no se ha tratado de obtener un promedio global, sino un “modelo tipo” que cubra a la mayor población posible. Se han considerado los siguientes datos de actividad.

Datos de actividad:

Materiales:

En esta sección se han considerado los materiales más habituales en los centros, teniendo en cuenta la gran variedad de opciones posibles: aulas completamente digitalizadas (que se ha excluido del estudio), aulas con un gran volumen de libros de texto, o aulas sin libros de texto.

Para libros y cuadernos se ha considerado un total de 3.760 gramos por alumno y año. Además del papel de los libros se ha considerado también la tinta necesaria para su producción (3,3 gramos de tinta por libro) y el adhesivo (2,5 gramos por libro). Se ha excluido del análisis otro material escolar (manualidades, etc.)

No se ha incluido en el material el mobiliario del aula por quedar fuera del alcance (infraestructura física), pero sí el equipamiento como ordenadores o pizarras digitales, que se han incluido considerando una amortización en el tiempo de 5 años. También se ha considerado el consumo energético de este material, como se describe más adelante.

Para todos los materiales incluidos en el proyecto, se incluye la gestión de sus residuos.

Consumos energéticos:

Se han considerado dos consumos energéticos principales, el consumo eléctrico para iluminación y equipamiento, el consumo de calefacción y otras instalaciones como las cocinas. Del consumo eléctrico se ha considerado únicamente el consumo en el aula, no en las zonas comunes, pero para el consumo de calefacción no ha sido posible obtener datos por aula, solo por centro, por lo que se incluye el consumo de calefacción por alumno considerando el consumo completo de un centro, incluyendo todas las áreas.

Mientras que los consumos de electricidad son más homogéneos en todo el territorio, en los consumos de otros combustibles existe una enorme variedad, con distintas tipologías de fuentes de energía (gas natural, gasóleo, compra de calor, etc.), y con muy distintos usos (uso intensivo de calefacción en zonas con climas fríos o uso muy reducido o nulo en zonas más cálidas). Por ello, se ha establecido un modelo basado en consumo 50% gas natural y 50% gasóleo equivalente a 250 kWh/estudiante por curso. Este dato se ha estimado a partir del análisis de distintas auditorías energéticas de colegios ubicados en distintas zonas de España.

Respecto al consumo de energía eléctrica, se ha establecido un consumo esperado, a partir de la "Guía Técnica de Eficiencia Energética en Iluminación. Centros Docentes" del Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía (IDAE) sobre, y datos de los fabricantes de diverso equipamiento. A partir de estos datos se ha estimado un consumo eléctrico por iluminación de 38 kWh/estudiante al año, considerando un uso de 800 horas, recomendado por el IDAE. Además del consumo eléctrico por iluminación, se ha considerado que en el curso 2018/2019 el 60,1% de las aulas de Educación Primaria y Secundaria, según las estadísticas⁶ del Ministerio de Educación y Formación Profesional, contaba con Sistema Digital de Información (pizarra digital). Este sistema está compuesto básicamente por un ordenador, una pizarra digital y un proyector, con un consumo estimado del conjunto de 43 kWh/estudiante al año.

Para modelar las emisiones de la energía eléctrica consumida se utiliza el modelo desarrollado por ACODEA en su proyecto "*Impactos ambientales de la electricidad en España en 2019. Análisis de los impactos ambientales del mix eléctrico peninsular durante el año 2019 a través de la metodología de análisis de ciclo de vida.*"

Desplazamientos:

Para este proyecto se ha considerado el desplazamiento tanto del alumnado como del profesorado.

Al igual que en el resto de elementos del ciclo de vida, no resulta viable realizar un promedio de los desplazamientos realizados por todo el alumnado de España, por lo que se ha optado por realizar un prototipo a partir de datos conocidos, y que sea representativo de la realidad de la educación en España en el curso actual.

Para modelar estos desplazamientos se han utilizado datos de diferentes estudios al respecto, tanto a nivel estatal como europeo, y se ha considerado un escenario de un vehículo promedio, construido a partir de una combinación de vehículos de distintos combustibles y distintas regulaciones EURO.

⁶ <http://estadisticas.mecd.gob.es>

A partir de estos datos se ha establecido un modelo de desplazamiento en el que el 35% de los desplazamientos se realizan en vehículo particular, el 3% en autobús, y el resto en medios sin emisiones (andando, bicicleta, etc.) No se han considerado otros tipos de vehículos ni desplazamientos en vehículo particular compartido.

De este 38% de estudiantes que se desplazan en vehículo privado o autobús, se ha considerado la cantidad de alumnado que realiza 2 desplazamientos al día y los que realizan 4 desplazamientos al día, a partir de los datos existentes de uso de comedor escolar y de centros con jornada continua.

La distancia media para desplazamientos en vehículo privado o autobús se ha modelado en 1.220 metros.

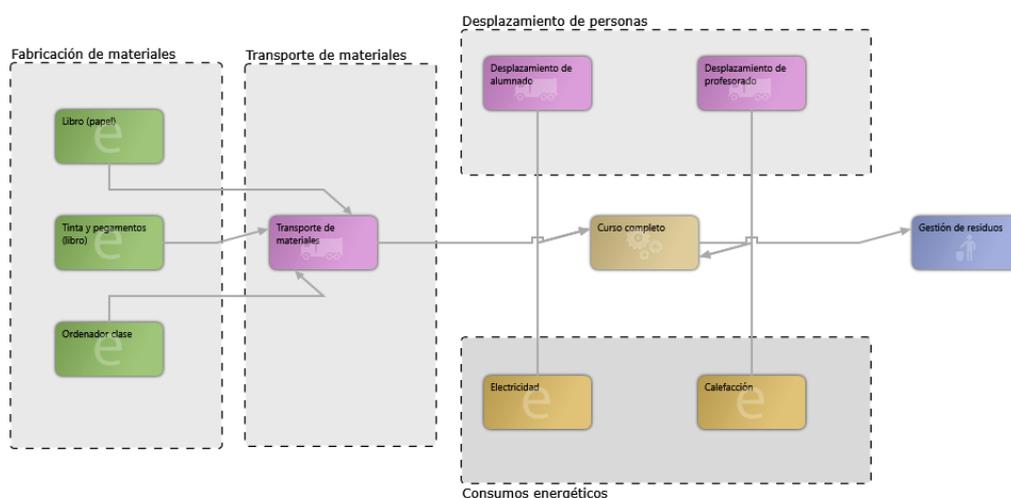
Se consideran un promedio de 185 días lectivos al año.

Además del desplazamiento de personas, también se ha considerado el desplazamiento de los principales materiales (libros, ordenadores, etc.). Para contemplar estos desplazamientos se ha tenido en cuenta una distancia de 250 km en recorridos en camiones de larga distancia para productos fabricados en España, y una distancia de 8300 millas náuticas en barco y 300 km en camión para productos fabricados en China. Adicionalmente, se ha considerado una distancia de reparto final de 15 km, teniendo en cuenta los distintos tipos de vehículos utilizados según distancias y cargas.

Modelo:

Estos datos se han modelado dentro de la herramienta profesional para análisis de ciclo de vida Air.e LCA en su versión 3.9, obteniendo el siguiente modelo:

ACV - Formación Presencial



El resultado global de emisiones calculado ha sido de **176,73 kg CO2e/curso**.

FORMACIÓN A DISTANCIA

Siguiendo los límites anteriormente descritos, se ha desarrollado un modelo para el Análisis de Ciclo de Vida de la Formación a Distancia, correspondiente a un curso completo, recibido por un alumno/a, en Enseñanza Obligatoria (Primario o Secundaria).

La principal diferencia entre este modelo y el de la formación convencional presencial es la ausencia de aulas y de desplazamientos de personas, y la necesidad de un ordenador para cada estudiante y cada profesor/a.

La formación a distancia se puede impartir con libros de texto convencionales y libros de texto completamente digitales. Como no existe ningún esquema específico para esto, puesto que el uso de libros físicos o digitales es opción de cada centro, se ha planteado un modelo en el que el 50% del alumnado utiliza libros físicos y el 50% del alumnado utiliza libros de texto digitales.

Datos de actividad:

Materiales:

Los materiales incluidos en este modelo son los libros de texto para el 50% del alumnado, planteados de la misma manera que en la formación presencial, y cuadernos y material de escritura en la misma proporción que en la formación presencial.

Respecto al material del aula, en la modalidad a distancia se ha eliminado, pero se ha incluido un ordenador para cada estudiante, así como un ordenador para cada profesor/a. Mientras que en el aula los ordenadores se han considerado todos de sobremesa, en esta modalidad se han considerado 50% de sobremesa y 50% portátiles. No se han considerado otras opciones como tabletas.

Para lo ordenadores se ha considerado una vida útil de 5 años, y se ha considerado que el alumnado ya disponía de ordenador de uso propio (no compartido) en el 25% de los casos.

Consumos energéticos:

Se han considerado dos consumos energéticos principales, el consumo eléctrico para iluminación y equipamiento, y el consumo de calefacción en el hogar.

Del consumo eléctrico se ha considerado únicamente el consumo del ordenador y de la iluminación necesaria, con un uso diario de 5,5 horas, y un promedio de 185 días lectivos.

Del consumo energético para calefacción, se ha considerado el incremento posible de consumo de calefacción en el hogar, por el aumento de horas pasadas en casa. Para ello se han consultado al IDAE y otras fuentes estadísticas que comparan hogares con uso de calefacción .

Según el estudio más reciente de IDAE, el uso promedio de energía para calefacción en los hogares con calefacción individual es de 5281 kWh/año, para el global de zonas climáticas de España, siendo el tamaño medio de un hogar en España de 2,5 personas. Por tanto, el consumo medio de calefacción por persona se ha estimado en 2.112,4 kWh/año. En España, el dato más reciente disponible indica que el 90% de los hogares españoles dispone de calefacción individual.

A partir de datos comparados entre hogares con climatización activa durante todo el día y hogares con climatización activa únicamente por la noche y los fines de semana se ha modelado un incremento del uso de energía para calefacción en el hogar de 250 kWh/persona al año debido al mayor número de horas en las que es necesario mantener la temperatura de confort. Este dato se ha aplicado para los hogares con climatización individual, no para los hogares con sistemas de calefacción central.

Para el consumo eléctrico, se han considerado los consumos del ordenador y la iluminación artificial durante las horas de uso, a partir de los datos de potencia y consumo de los equipos modelados.

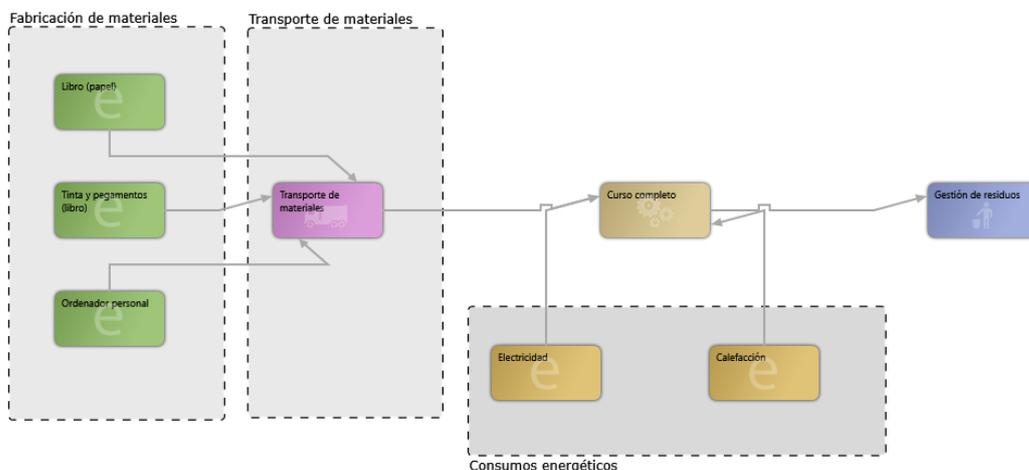
Desplazamientos:

En este modelo, no se han considerado desplazamientos de personas, sólo de materiales, en distancias similares a las aplicadas en el modelo de formación presencial.

Modelo:

Estos datos se han modelado dentro de la herramienta profesional para análisis de ciclo de vida Air.e LCA en su versión 3.9, obteniendo el siguiente modelo:

ACV - Formación a Distancia



El resultado global de emisiones calculado ha sido de **143,09 kg CO2e/curso**.

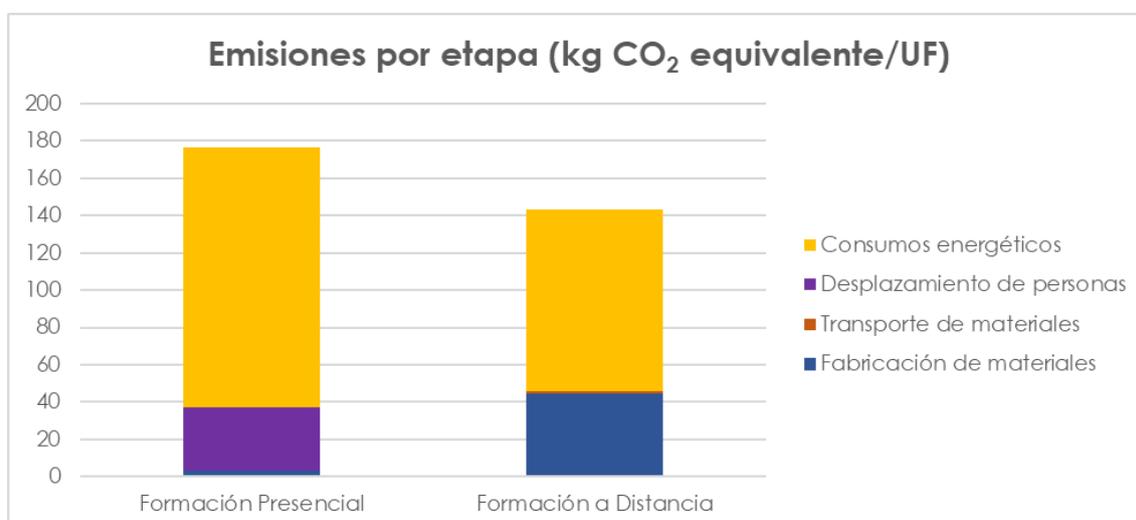
RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Tras la elaboración de los dos modelos y realización de los análisis de ciclo de vida correspondiente, se ha obtenido el siguiente resultado para las emisiones a lo largo del ciclo de vida para cada unidad funcional **“Realización de un curso de Educación Obligatoria en España Peninsular por parte de un estudiante”**.

 Calentamiento Global GWP100 Huella de Carbono (kg de CO ₂ equivalente)	Formación presencial	Formación a distancia
Emisiones totales	176,73	143,09
Emisiones Directas	132,58	66,86
Emisiones Indirectas	44,15	76,23
Emisiones biogénicas	0,08	0,17
Cambio de uso del terreno	0,18	0,28
Absorciones	(-) 0,00	(-) 0,01

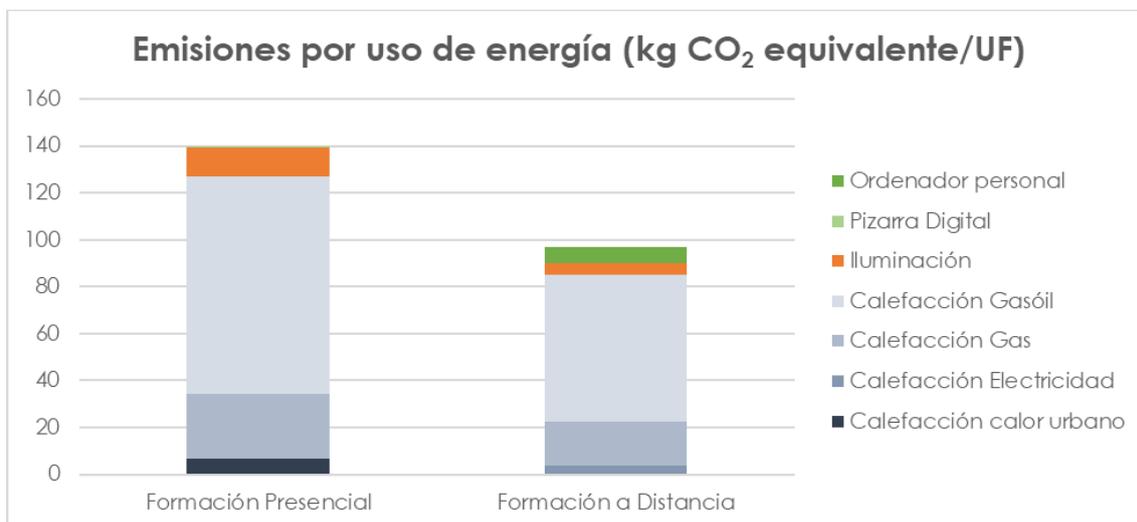
Por tanto, a la luz de estos resultados, vemos como la formación presencial tiene unas emisiones más elevadas que la formación a distancia, pero la diferencia, siendo importante (un 23% superior en la formación presencial), no es tan grande como para que la modificación de ciertas variables o simplemente los márgenes en las estimaciones no pudieran igualar más los resultados.

En la siguiente gráfica vemos los resultados por etapa del ciclo de vida.



Se puede observar que, aunque los dos modelos tienen emisiones totales comparables, el origen de las mismas es muy diferente en cada caso. Así, mientras que en la formación presencial las fases más emisoras son los consumos energéticos y los desplazamientos de las personas, en la formación a distancia la fabricación de materiales es la segunda etapa más emisora.

En la siguiente gráfica vemos con mayor detalle las diferencias en los consumos energéticos entre ambos modelos.

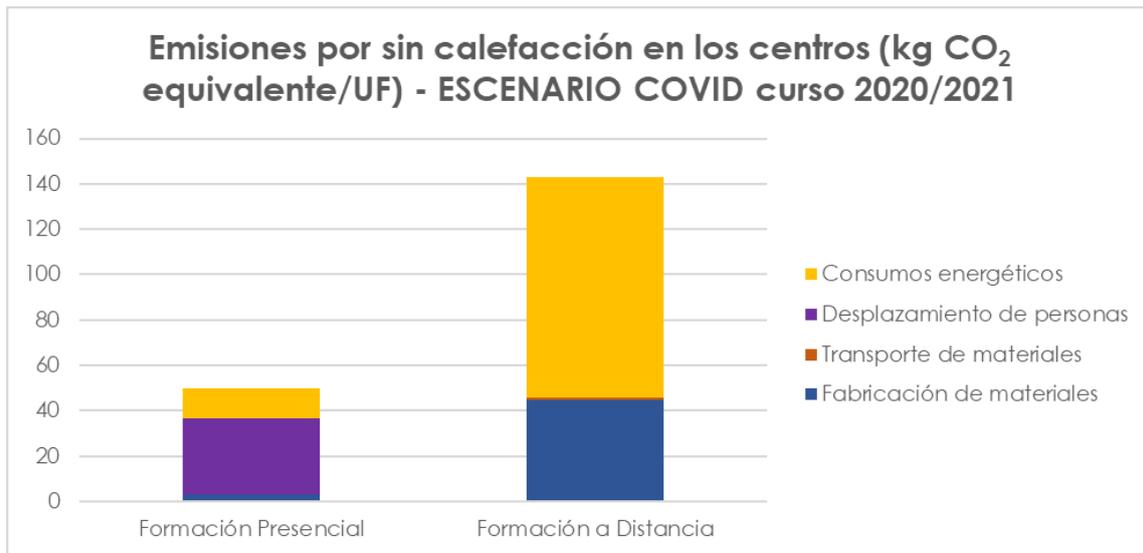


La práctica totalidad de las emisiones derivadas del consumo energético provienen del uso de calefacción. Las menores emisiones de Gases de Efecto Invernadero por calefacción en los hogares se deben principalmente a dos causas: el mayor uso de energías no renovables en los hogares (hasta un 35% de la energía consumida por calefacción en España proviene de estas fuentes⁷) y al uso más eficiente de la calefacción (esto se deriva de los menores movimientos en los hogares, lo que hace que las temperaturas sean más estables, y a que las estancias tienen un volumen menor, por lo que es más fácil mantener unas condiciones de confort estables). Además, la calefacción contemplada en el modelo sólo es un incremento respecto a la ya utilizada de forma general en el hogar.

Sin embargo, durante el curso 2020/2021, las recomendaciones de las autoridades sanitarias indican mantener al máximo la ventilación en las aulas. Esto supone eliminar la calefacción de los centros escolares. Esto supondría un completo cambio de escenario, puesto que todas las emisiones debidas a combustibles no dedicados al transporte desaparecerían.

⁷ PROYECTO SECH-SPAHOUSEC. Análisis del consumo energético del sector residencial en España INFORME FINAL - IDAE Secretaría General Departamento de Planificación y Estudios (16 de julio de 2011)

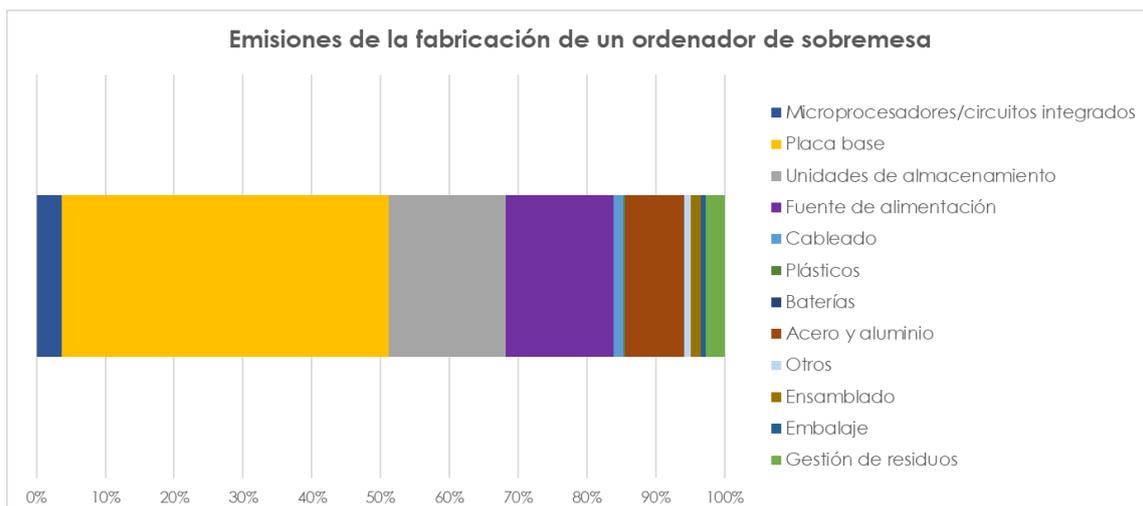
En la siguiente gráfica se puede ver el resultado de la simulación en el caso de suspender la calefacción, como ya se está haciendo en la mayoría de centros escolares.



En este escenario COVID para el curso 2020/2021, mientras que las emisiones para la formación a distancia permanecen invariables en **143,09 kg de CO₂ equivalente** por estudiante y curso, las emisiones de la formación presencial disminuyen de forma muy acusada, hasta un total de **49,87 kg de CO₂ equivalente** por estudiante y curso. En esta situación, las únicas emisiones relevantes por consumos energéticos son las correspondientes a la iluminación y uso de sistemas digitales y de proyección en las aulas.

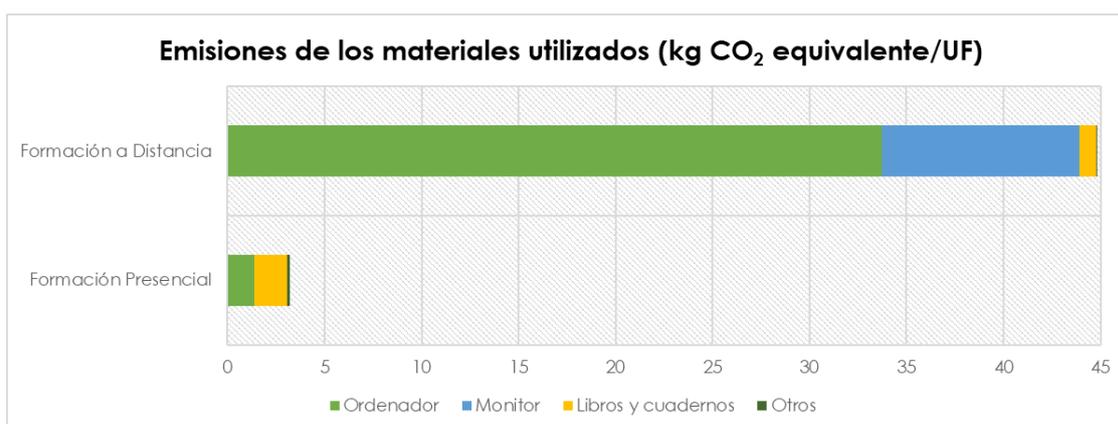
Por último, vale la pena comparar las emisiones debidas a la fabricación y uso de materiales en ambos modelos. Lo más destacable es que en el modelo de Formación a distancia es necesario un ordenador por estudiante.

La fabricación de los ordenadores es un proceso muy complejo y con muchos intervinientes.



Como vemos en la gráfica anterior, la fabricación de elementos complejos, como los procesadores, la placa base o las unidades de almacenamiento suponen la mayoría de las emisiones, debido a la cantidad de procesos necesarios durante la producción y la cantidad de intervinientes en la cadena de valor. Aunque la variedad es muy grande, la construcción de un ordenador (sin considerar su uso y el transporte del producto), supone habitualmente entre 100 kg y 500 kg de CO₂ equivalente por unidad⁸⁹¹⁰.

En la siguiente gráfica se comparan las emisiones debidas a la fabricación de los materiales necesarios en cada modelo de formación.



En la formación presencial, las emisiones debidas a la producción de materiales con muy reducidas, pues, aunque aumentan las debidas a libros y cuadernos, las emisiones por unidad son muy pequeñas comparadas con los productos electrónicos. Hay que considerar que en las aulas, generalmente los sistemas digitales incluyen un proyector, que por falta de datos fiables sobre su producción no se ha podido incluir en el modelo, aunque de forma aproximada se puede estimar unas emisiones comparables a las de producción del ordenador del aula, por lo que no afectarían de forma relevante a las emisiones totales.

Conclusiones

La formación académica supone unas emisiones de Gases de Efecto Invernadero que deben ser consideradas para optimizar y reducir la afección del sistema educativo al Cambio Climático.

⁸ The ecoinvent Association. Ecoinvent database™

⁹ <https://h22235.www2.hp.com/hpinfo/globalcitizenship/environment/productdata/ProductCarbonFootprintdesktop-pc.html>

¹⁰ https://www.dell.com/learn/us/en/uscorp1/corp-comm/environment_carbon_footprint_products

De los dos modelos planteados, ninguno puede a priori ser señalado como el más idóneo, puesto **que las circunstancias de cada centro educativo, o incluso de las distintas zonas geográficas pueden alterar sensiblemente los resultados.** Así, no se generan las mismas emisiones en centros ubicados en zonas climáticas frías, que requieren un alto uso de calefacción, que centros en zonas cálidas donde los requerimientos de calefacción sean bajos o nulos.

La climatización (excluido el frío puesto que en la práctica no existen sistemas de aire acondicionado en los centros de formación de Primaria y Secundaria), y sobre todo su correcta eficiencia energética y el uso de combustibles menos contaminantes es fundamental para conseguir una reducción de las emisiones.

En otro sentido, centros ubicados en zonas con menor densidad de población requerirán de transporte en vehículos de motor, mientras que centros en núcleos de población grandes tendrán una mayor proporción de estudiantes que acudan a pie a los mismos. La ubicación de estos centros no es una variable realista a la hora de crear políticas de reducción de emisiones, pero el fomento del transporte público compartido, en medios de transporte de bajo consumo de combustibles, puede ayudara a reducir las emisiones en estos centros.

En cuanto a la formación a distancia, aunque la eficiencia energética es fundamental, las políticas de reducción de emisiones en este sentido están ligadas al hogar como una unidad, y no se pueden referir específicamente a la teleformación o al teletrabajo. Sí puede estarlo el **uso eficiente de recursos materiales.** No es fácil reducir las emisiones de producción de los ordenadores necesarios para impartir la formación, pero sí es posible ampliar su vida útil (en los modelos realizados, y como norma general, se considera una vida útil para equipos informáticos de sólo 5 años), reutilización y reciclado, es decir, **implantar un modelo que ponga en práctica de forma real la economía circular.**

BIBLIOGRAFÍA SELECCIONADA Y REFERENCIAS

PALMA CHILLÓN, Francisco B. Ortega, Jonatan R. Ruiz, Isaac J. Pérez, Miguel Martín-Matillas, Jara Valtueña, Sonia Gómez-Martínez, Carlos Redondo, Juan P. Rey-López, Manuel J. Castillo, Pablo Tercedor, Manuel Delgado, AVENA Study Group, Socio-economic factors and active commuting to school in urban Spanish adolescents: the AVENA study, *European Journal of Public Health*, Volume 19, Issue 5, October 2009, Pages 470–476, <https://doi.org/10.1093/eurpub/ckp048>

RODRIGUEZ-LOPEZ, Carlos et al. Los factores familiares influyen en el desplazamiento activo al colegio de los niños españoles. *Nutr. Hosp.* [online]. 2013, vol.28, n.3 [citado 2020-10-20], pp.756-763. Disponible en: <http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112013000300030&lng=es&nrm=iso>. ISSN 1699-5198. <http://dx.doi.org/10.3305/nh.2013.28.3.6399>.

Los comedores escolares en España. Del diagnóstico a las propuestas de mejora (Del Campo al Cole - 2018)

IDAE. Guía Técnica de Eficiencia Energética en Iluminación. Centros Docentes

Instituto Nacional de Estadística. Encuesta anual de Demografía y Población.

Instituto Nacional de Estadística. Encuesta sobre equipamiento y uso de tecnologías de información y comunicación en los hogares

Impactos ambientales de la electricidad en España en 2019. Análisis de los impactos ambientales del mix eléctrico peninsular durante el año 2019 a través de la metodología de análisis de ciclo de vida. – ACODEA – 2020

Estudios IDAE 005: Estudio SPAHOUSEC II. Análisis estadístico del consumo de gas natural en las viviendas principales con calefacción individual - IDAE - 2019.

The Ecoinvent database™

HP 2019 SUSTAINABLE IMPACT REPORT

DELL Carbon Footprint Assessments: https://www.dell.com/learn/us/en/uscorp1/corp-comm/environment_carbon_footprint_products

<https://www.ocu.org/consumo-familia/bebes/informe/gastos-escolares-nuevo-curso>

<https://www.bankinter.com/blog/finanzas-personales/vuelta-cole-gastos-principales-libros-materiales>

<https://www.idae.es/informacion-y-publicaciones>

<http://www.educacionyfp.gob.es/servicios-al-ciudadano/estadisticas.html>

<https://www.ine.es/>



FORMACIÓN A DISTANCIA Y CAMBIO CLIMÁTICO EN 2020

INVESTIGACIÓN SOBRE LAS CONSECUENCIAS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO DE LA FORMACIÓN A DISTANCIA FOMENTADA DEBIDO A LA COVID-19 FRENTE A LA FORMACIÓN PRESENCIAL TRADICIONAL, MEDIANTE LA METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA APLICANDO UN MODELO CONSECUENCIAL

© ACODEA 2020 (algunos derechos reservados)

Esta publicación puede ser reproducida con fines no comerciales sin permiso expreso de la Fundación Acodea siempre y cuando se cite la fuente (Cita: “Investigación sobre las consecuencias sobre el cambio climático de la formación a distancia fomentada debido a la COVID-19 frente a la formación presencial tradicional, mediante la metodología de Análisis de Ciclo de Vida. – ACODEA – 2020”)

Proyecto subvencionado por Orden de 20 de mayo de 2020 («BOE» núm. 150, de 27 de mayo de 2020) por la que se convoca para el año 2020 la concesión de subvenciones a entidades del Tercer Sector u Organizaciones no Gubernamentales que desarrollen actividades de interés general consideradas de interés social en materia de investigación científica y técnica de carácter medioambiental



**GOBIERNO
DE ESPAÑA**

**VICEPRESIDENCIA
CUARTA DEL GOBIERNO**

**MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO**