

Implicaciones de la emisión de gases de efecto invernadero en la sostenibilidad del Campus de Vegazana, universidad de León.

P. Arroyo Hernández¹, J.M. Álvarez Martínez*, J. Falagán Fernández², C. Martínez Sanz³, G. Ansola González⁴, E. de Luis Calabuig⁵

Departamento de Biodiversidad y Gestión Ambiental, Universidad de León, Campus de Vegazana, s/n, 24007, León, España

Email: jm.alvarez@unileon.es,

¹Instituto de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Biodiversidad, Universidad de León Campus de Vegazana, 24007, León, España

Email: paula.arroyo@unileon.es,

^{2,3,4,5} Departamento de Biodiversidad y Gestión Ambiental, Universidad de León, Campus de Vegazana, s/n, 24007, León, España

Email: eluc@unileon.es - Web page: <http://www.unileon.es>.

Resumen

En este trabajo se presentan los resultados del estudio de emisiones de CO₂, uno de los gases más importantes de efecto invernadero, debido a la actividad desarrollada en el Campus de Vegazana de la Universidad de León, para el año 2006. El estudio se enmarca en un proyecto más amplio de cálculo del indicador Huella Ecológica (HE), desarrollado para conocer en qué medida se alcanzan los objetivos de sostenibilidad establecidos para el Campus, así como para el desarrollo de propuestas encaminadas a la reducción de las emisiones de CO₂.

Los resultados obtenidos reflejan como el área de superficie biológicamente productiva necesaria para absorber las emisiones del Campus constituyen cerca del 99% del área total de HE. La mayor parte de estas emisiones proceden del gasto energético para electricidad (38%) y uso térmico (24%), seguido del transporte (19%) y la construcción del propio complejo universitario (16%), el cual hace referencia únicamente al año 2006, considerando una vida útil de 27 años para los edificios e instalaciones del Campus, inaugurado en 1979.

Una vez analizadas cualitativa y cuantitativamente las emisiones producidas, se ha buscado

conocer el total de superficie forestal necesaria para absorber dichas emisiones, considerando los datos del Tercer Inventario Forestal Nacional (2003) sobre cobertura de las masas forestales para el territorio nacional, y los aportados por Bravo (2007) en relación a las tasas de fijación del gas por parte de éstas. Como conclusión, puede estimarse que del total de la superficie forestal de la provincia de León, un 0.46% es necesaria como depósito y sumidero del CO₂ emitido por el Campus de Vegazana (8.470.168 toneladas). Esta estimación se ha realizado considerando que las masas forestales son las únicas depositarias de CO₂, tarea compartida en la naturaleza, no obstante, con el suelo, el agua y los cultivos.

Palabras clave: CO₂, emisión gases, sostenibilidad, Universidad

Abstract

Title: Greenhouse effect gases emission implications on sustainability of the Campus of Vegazana, University of León

In this work, we present the results obtained about the CO₂ emissions, one of the most important greenhouse gases, due to the normal activity developed in the Campus of Vegazana of the University of León for the year 2006. This study is all part of a wider project for evaluating the Fingerprint ecological indicator (HE), initially developed for assessing if the sustainability objectives established by the University policies for the Campus of Vegazana have been achieved, as well as the development of proposals and ideas directed towards the reduction of the emissions of CO₂.

Results obtained showed that the biologically productive area necessary for absorbing all emissions are close to the 99% of the total value of HE. The majority of these emissions come from the energy consumed for producing electricity (38%) and heating (24%), followed by the transport (19%) and the constructions of the buildings and infrastructures of the University (16%), which related just for the year 2006, considering a living period of 27 years as it was inaugurated in 1979.

Once analyzed qualitatively and quantitatively the emissions produced, it was developed a method for estimating the total area covered necessary for absorbing them by considering data available from the Third National Forestry Inventory of Spain (2003), related with the forest cover of the territory, and data provided by Bravo (2007), about the absorption rate of the tree species. As a conclusion, we estimated that form the total area covered by forests of the Province of León, a 0.46% is necessary as sink of the CO₂ produced in the Campus of Vegazana (8.470.168 ton). This assessment has been achieved considering that forests are the only warehouse of CO₂, when actually soil, water and crops are in nature.

Keywords: CO₂, gases emission, sustainability, University

1. Gases de efecto invernadero

Las concentraciones de CO₂, CH₄ y N₂O en la atmósfera mundial han aumentado considerablemente por efecto de las actividades humanas desde 1750, y en la actualidad exceden con mucho de los valores preindustriales determinados mediante el análisis de núcleos de hielo acumulados durante miles de años (Pachauri y Reisinger, 2007).

El CO₂ es uno de los gases de efecto invernadero (GEI) que contribuye a que la Tierra mantenga una temperatura que permita la vida en ella. Sin embargo, durante los últimos años, la cantidad de CO₂ en la atmósfera ha presentado un aumento notable, pasando de unas 280 ppm en la era preindustrial a unas 379 ppm. en 2005, siendo su concentración global en la atmósfera de 0,03%. Este aumento podría contribuir, según el Grupo intergubernamental de expertos sobre el cambio climático promovido por la ONU, al calentamiento global del clima planetario. En oposición, otros científicos dudan de la influencia de los GEI como determinantes del calentamiento que se lleva registrando en promedio en la superficie terrestre (0,6 grados centígrados) en los aproximadamente últimos 100 años; en este sentido se manifiesta el grupo de científicos estadounidenses englobados dentro del llamado Global Warming Petition Project.

Las concentraciones de GEI en la atmósfera aumentan cuando las emisiones son superiores en magnitud a los procesos de detracción. Estos gases presentan diferente capacidad de calentamiento global, basada en su impacto radiactivo y su duración en la atmósfera. El gas de referencia tomado como unidad es el CO₂ y el potencial de calentamiento global se expresa en millones de toneladas de carbono equivalente (MTCE) (Berra y Finster, 2002).

El aumento mundial de las concentraciones de CO₂ se debe principalmente al uso de combustibles de origen fósil, con una aportación menor, aunque perceptible, de los cambios de uso de la tierra. De hecho, es muy probable que el aumento observado de la concentración de CH₄ en la atmósfera se deba predominantemente a la agricultura, conjuntamente con el uso de combustibles fósiles. Así mismo, el aumento de la concentración de N₂O se debe principalmente a las actividades agrícolas (Solomon et al, 2007).

De acuerdo con lo establecido en el Informe de Síntesis, Cambio Climático (Pachauri y Reisinger, 2007), de proseguir las emisiones de GEI a una tasa igual o superior a la actual, el calentamiento aumentaría y el sistema climático mundial experimentaría durante el siglo XXI numerosos cambios, muy probablemente mayores que los observados durante el siglo XX.

Dentro de este contexto mundial de cambio climático se enmarca el presente estudio, centrado en un ámbito territorialmente muy limitado: un Campus Universitario situado en la ciudad de León. Para su desarrollo, se ha realizado una estimación del impacto o “participación” en dicho cambio global, a partir de la evaluación de su emisión de GEI.

2. Campus de Vegazana, Universidad de León

La mayor parte de las titulaciones universitarias impartidas en la Universidad de León se concentran en el denominado Campus de Vegazana, que se encuentra situado en la parte norte de la ciudad de León. En la actualidad ofrece un total de 53 titulaciones impartidas en 17 Centros, por 26 Departamentos. Durante el curso 2006/2007 el número total de estudiantes fue cercano a 14.000.

Su historia comenzó hace más de 35 años. Como reliquia de las antiguas propiedades del obispo de León, quedaban en las zonas aledañas a la capital el pueblo de Villaobispo de las Regueras y una finca situada a la altura del kilómetro 3 de la carretera de Santander, denominada “Vega” o “Huerta del Obispo”, finca adquirida por la Caja de Ahorros y Monte de Piedad de León. Fue en este lugar donde se colocó la primera piedra del edificio destinado a alojar el Colegio Universitario dependiente entonces de la Universidad de Oviedo y actual sede de la Facultad de Filosofía y Letras, constituyendo lo que modestamente se denominó “Centro Universitario de León”.

La extensión inicial de la finca era de 24,7 hectáreas. A ella se añadieron otras parcelas, además de los accesos desde el barrio de la Palomera. La entrada inicial desde el barrio de San Mamés, por los prados de La Palomera, sirvió para que al principio se denominara de este modo el Campus, que recuperó finalmente el topónimo que actualmente lo designa: Vegazana.

El Campus comenzó a ocuparse con la primera fase de la Facultad de Biología. Posteriormente, al norte de Biología se construyó la Facultad de Veterinaria. El esquema cuadrangular que guió la ubicación de los centros se completó con la Facultad de Derecho y en el centro de las cuatro Facultades los edificios destinados a cafetería-comedor y el de servicios universitarios diversos. Con el tiempo, nuevos edificios destinados a albergar más racionalmente las antiguas Escuelas Universitarias y los centros de nueva creación han venido a ampliar la Universidad, configurando el actual y moderno Campus Universitario de Vegazana (Figura 1).



Ilustración 1: Vista en 3D del Campus de Vegazana en el año 2006, digitalizado con Arc GIS 9.2 (ESRI, 2006).

3. Total anual de emisiones de CO2 del Campus

Con el objetivo final de evaluar las implicaciones de la emisión de GEI en la sostenibilidad del Campus de Vegazana, se ha realizado una revisión de los valores de emisión anual. Del conjunto de GEI, únicamente se ha trabajado con datos de CO₂, considerándose despreciables las emisiones correspondientes al metano, dióxido de nitrógeno y otros gases minoritarios.

El conjunto de emisiones se ha dividido para su estudio en dos grandes grupos:

a) aquellas emitidas a la atmósfera directamente en el propio Campus o en el transporte hacia o

desde el mismo,

b) las emitidas de forma indirecta, es decir, las generadas en otras áreas más o menos alejadas del Campus en diferentes procesos y consumos que permiten abastecer de bienes y servicios al mismo.

No se ha contabilizado en el estudio el consumo de energía y su emisión de CO₂ asociado a la importación y exportación de bienes manufacturados. Tampoco se ha contabilizado la emisión de CO₂ asociado al tratamiento de los residuos urbanos producidos en el Campus y gestionados en el Centro Provincial de Tratamiento Residuos situado en la localidad de San Román de la Vega (CTR). La dificultad de realizar una estimación de los kilogramos de residuos recogidos en el Campus debido a la gran variabilidad diaria y estacional del volumen generado impide realizar ninguna estimación fiable sobre el mismo. A este respecto, cabe indicar que en el CTR el biogás (CH₄ y CO₂ fundamentalmente) producido en el depósito de rechazos es captado y recuperado para su aprovechamiento energético.

3.1 Emisiones directas de CO₂

3.1.1 Emisiones debidas al consumo energético: energía de uso térmico

En todos los edificios del Campus el combustible utilizado para la calefacción y producción de agua caliente es el gas natural. La única excepción es la Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte, que consume gasóleo para la realización de estos servicios.

Una vez obtenidos los datos por edificio de consumo de gasoil y gas natural a lo largo de un año, la emisión de CO₂ se ha calculado empleando el factor de conversión estipulado en el Plan de Energías Renovables de España 2005-2010 del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio⁴ (Tabla 1).

3.1.2 Emisiones debidas al transporte

El transporte de todos los individuos de la comunidad universitaria al Campus se ha estudiado mediante encuestas, habiéndose realizado un total de 1.423, lo que supone aproximadamente el 10% de toda la comunidad Universitaria. Se ha realizado un muestreo estratificado entre los distintos componentes, considerando como variables la Facultad o Escuela de cada persona encuestada, así como su situación de estudiante, personal docente investigador (PDI), personal de administración y servicios (PAS) y otros (como los pertenecientes a los servicios de limpieza y mantenimiento).

Entre otros aspectos, se han recogido datos sobre el tipo de transporte utilizado para ir a la universidad, la distancia recorrida, número de ocupantes del vehículo o número de desplazamientos diarios hasta el Campus, como cuestiones más importantes.

Los resultados de la encuesta reflejan que casi la mitad de la comunidad universitaria realiza el desplazamiento entre su punto de origen y el Campus caminando (49,87%). El coche (27,92%) y el autobús (15,08%) son los dos siguientes medios más empleados (Figura 2).

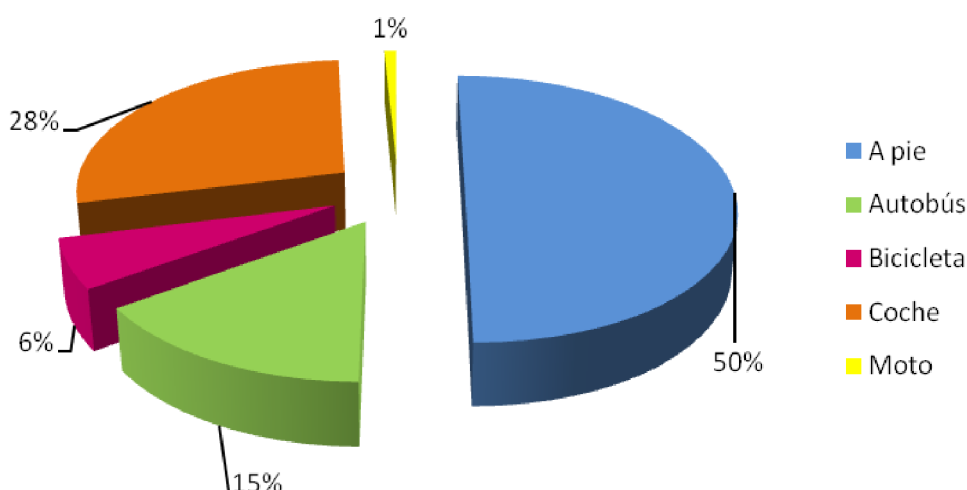


Ilustración 2: Medio principal de transporte utilizado para ir al Campus de Vegazana

El cálculo de las distancias medias recorridas en función del medio de transporte constituye una variable fundamental para el cálculo de las emisiones de CO₂ (Tabla 2). Entre los sistemas de transporte empleados, se ha procedido a analizar el impacto de aquellos cuyo funcionamiento da lugar a la emisión de CO₂, como son los coches, las motos y el transporte público (autobús).

En el Informe MIES (Cuchí y López, 2007) se indica que la emisión de CO₂ del vehículo es independiente del número de pasajeros del mismo, ya que las emisiones serían similares si fuera una única persona, dos, tres, cuatro o cinco, y lo único que varía es que el impacto se reparte entre más gente. Otros autores como (López et al 2008), proponen un consumo específico de energía primaria de los coches en función del número de pasajeros, así como de la potencia del vehículo y si su combustible es gasóleo o gasolina. En este trabajo, se ha considerado más acertada esta segunda opción, de forma que los cálculos relativos a la movilidad se han apoyado en lo realizado por estos autores para dos facultades de la Universidad de Santiago de Compostela.

El análisis estadístico de las encuestas realizadas reflejó que el 56,45% de la personas que utilizan el coche como medio principal de transporte realizan el recorrido desde sus domicilios hasta el Campus dos veces al día, es decir, van a Vegazana por la mañana, vuelven a mediodía a su casa, y retornan de nuevo al Campus en la jornada de tarde. En lo relativo al tipo de combustible utilizado, el parque móvil del Campus se encuentra muy repartido, ya que el 51% de los coches utiliza gasóleo como combustible y el 49% emplea gasolina.

A partir de los valores medios de desplazamiento, y teniendo en cuenta el nivel de ocupación del vehículo así como el tipo de combustible empleado, se ha calculado el valor total de emisión de CO₂ del conjunto del Campus. En la Tabla 3 se muestran los resultados obtenidos. El cálculo se ha simplificado realizando una media en la emisión de CO₂ entre vehículos de gasolina y diesel.

En el caso de las motocicletas, la distancia media de transporte desde el punto de origen hasta el Campus, así como los kilómetros totales recorridos, se han obtenido igualmente a partir de encuestas. También se ha considerado el número de viajes realizados en el año por persona. Del mismo modo que para los coches, se ha aplicado un factor de emisiones de CO₂ por kilómetro recorrido, con el fin de obtener un total de emisiones (Tabla 4).

Finalmente, en el caso de los autobuses y empleando la misma metodología que para el estudio de las emisiones en coches y motocicletas, los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 5. El gasto en energía primaria se ha estimado para una ocupación del 75% de acuerdo con lo establecido por López et al (2008). No se ha diferenciado en los cálculos entre los autobuses urbanos y periurbanos.

3.2 Emisiones indirectas de CO₂

Dentro de las emisiones indirectas de CO₂ a la atmósfera como resultado de la actividad cotidiana del Campus a lo largo de un año, se han diferenciado y estudiado las siguientes fuentes emisoras: energía eléctrica, energía eléctrica necesaria para la potabilización y depuración del agua utilizada en el Campus, energía eléctrica consumida en el proceso de fabricación del papel gastado, y finalmente la energía consumida en la propia construcción de los diferentes edificios, viales y aparcamientos que conforman el Campus.

3.2.1 Emisiones debidas al consumo energético: energía de uso eléctrico

Se ha contabilizado la energía eléctrica consumida en todas las instalaciones del Campus para el desarrollo de los diferentes servicios prestados a lo largo de un año. La energía eléctrica que se consume en España presenta un origen de producción diverso (Tabla 6).

Dentro de este “mix eléctrico” español aparecen dos fuentes de producción de energía eléctrica que bien en su producción o su consumo emiten CO₂ a la atmósfera. Se trata de aquellas que hacen uso de los denominados combustibles fósiles: carbón (centrales térmicas) y gas natural (centrales de ciclo combinado). La generación de electricidad mediante el uso de energía nuclear, hidroeléctrica, o energías como la eólica o solar no produce de forma directa emisión de GEI.

A partir de estos datos, se han calculado los kilogramos de CO₂ que se emiten por cada GJ de combustible consumido (Tabla 7). Los factores de emisión de CO₂ utilizados para ello son los presentados en el Plan de Energías Renovables de España del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (2005-2010).

3.2.2 Energía de uso eléctrico empleada para potabilizar y depurar el agua

El agua para el consumo humano debe cumplir unos requisitos físicos y químicos establecidos por la legislación estatal. Con el objetivo de alcanzar la calidad exigida se hace necesario tratar el agua o potabilizarla. Este proceso de potabilización requiere un consumo energético.

De acuerdo con los datos aportados por la estación de potabilización que abastece de agua al Campus, el consumo energético final es de 0,016 Kwh/m³.

Junto al consumo directo de agua por parte de la comunidad universitaria, se ha incorporado al cálculo el consumo de agua empleada para el riego de las zonas verdes que se encuentran en el Campus. La superficie ajardinada ocupa una extensión de 100.098,89 m² y es regada con agua potabilizada. Como excepción, las instalaciones deportivas se abastecen de un sondeo y no se potabiliza el agua; la extensión regada con este pozo es de 8.626,98 m².

El consumo de agua para riego en el Campus es de 6 litros/m²/día. Durante la estación invernal, las zonas verdes no requieren riego.

El agua consumida en el Campus debe ser, posteriormente a su uso, depurada. El agua residual del Campus es conducida hasta la Estación Depuradora de Aguas Residuales (EDAR) de la ciudad de León. El proceso de depuración con una línea de agua (fangos activados) y una línea de fangos, conlleva un consumo eléctrico de 0,03 kwh/m³.

La emisión final de CO₂ asociado al consumo de agua en el Campus se ha calculado conforme a la emisión de CO₂ del “mix eléctrico” español.

3.2.2 Energía de uso eléctrico empleada para la fabricación del papel

Debido a la actividad eminentemente académica e investigadora que se desarrolla en el conjunto del Campus de Vegazana, se ha considerado en el estudio la emisión de CO₂ asociada a la fabricación del papel consumido.

Este consumo de papel se ha estimado a partir de los datos aportados por (López et al 2008). Estos autores establecen tres grupos de consumo de papel:

1. Papel consumido para la toma de apuntes en las clases. Para este grupo se estima un total de 15 folios/crédito/estudiante y 60 créditos/estudiante/año.

2. Papel consumido para los trabajos. Se considera una media de 5 folios/crédito/estudiante y 60 créditos/estudiante/año.

3. Papel consumido en fotocopias. En este caso se parte de datos propios de la Universidad de León. En el año 2006 se hicieron en el Campus 11.800.000 fotocopias. No obstante, se estima que el 15% fueron hechas a doble cara, por los dos lados de la hoja de papel, por lo que el consumo final resulta ser de 10.030.000 hojas (Tablas 11 y 12). Se aporta también el dato del consumo en el año 2007, sensiblemente inferior: 9.148.550 folios utilizados en fotocopias. No se dispone aún del dato del año 2008, pero la tendencia parece indicar que las fotocopias realizadas siguen descendiendo en número. Las causas de este descenso radican fundamentalmente en el empleo de formatos digitales no impresos.

El factor de emisión asociado a este consumo de papel se ha calculado a partir de los datos del Departamento de Medio Ambiente del Gobierno de Aragón, de la Universidad Politécnica de Valencia, de la Escuela Politécnica de Manresa y de la organización Greenpeace.

Es interesante señalar que la industria papelera es el quinto sector industrial en consumo de energía, con un 4% del uso mundial. Sin embargo, este sector tiene un gran potencial para cubrir internamente su demanda energética mediante la quema de subproductos y las instalaciones de cogeneración. En general, para la producción del calor y la electricidad necesarios para su actividad industrial, se utiliza un 62% de gas natural y un 32% de biomasa (para 6.4 millones de toneladas de papel producidas en 2006). En los tres últimos años se ha reducido la utilización del fuel del 7% al 4%, a la vez que el peso del consumo de biomasa en la estructura de combustibles se ha incrementado en tres puntos.

3.2.3 Emisiones asociadas a la construcción del Campus

El impacto ambiental asociado a la construcción del Campus se ha estudiado a partir de la cantidad y tipología de materiales utilizados en la construcción de los diferentes edificios (Facultades, Escuelas, Bibliotecas y otros de usos múltiples), así como viales rodados, peatonales

y zonas de aparcamientos. Estos valores fueron determinados mediante consultas a expertos técnicos de la Universidad y expertos ajenos a la misma (Tablas 13 y 14).

Una vez cubricados mediante la mejor estimación posible (superficie construida total y altura media para cada uno de los edificios, estimada en 3,5 m, 7 m y 12,5 m según los edificios), se ha realizado una aproximación de las emisiones de CO₂ totales siguiendo las pautas del informe MIES (Cuchí y López, 1999). A partir de los materiales empleados, y su cantidad, se aplica una serie de factores de conversión para obtener así las toneladas de CO₂ emitidas por el uso de ciertas cantidades fijas de esos materiales.

Utilizando medidas relativas a la energía necesaria para fabricar diversos materiales usuales en la construcción de edificios, se estimó entonces la energía total consumida en la creación del Campus de Vegazana, desde sus orígenes en 1979 hasta 2006. A través de los materiales invertidos, se realizó finalmente el cálculo de las emisiones de CO₂, sustituyendo la cantidad utilizada de esos materiales por la energía requerida para fabricarlos, y ésta por las emisiones de CO₂ asociadas al uso de esa energía. Los cálculos realizados se apoyan en los datos recogidos en el Informe MIES (Cuchí y López, 1999). De este estudio se desprende que los nuevos materiales de construcción requieren cantidades de energía mucho mayores para su fabricación que otros más básicos (Tablas 15 y 16).

La repercusión anual de la emisión total de CO₂ provocada por la construcción del Campus de Vegazana a lo largo de tiempo depende de la vida útil de todos los edificios, viales y zonas de aparcamiento, dato que no podemos llegar a estimar dado su alto nivel de variabilidad. No obstante, considerando que la Universidad de León comenzó a ser autónoma en 1979 y son 27 los años de funcionamiento hasta 2006, sí es posible estimar la repercusión anual de la construcción del Campus hasta esa fecha. Cuanto mayor sea la vida útil de los edificios e instalaciones, tanto más sostenibles serán y tanto menos será, finalmente, la repercusión anual de emisión.

En conjunto, la construcción del Campus de Vegazana, incluyendo edificios, instalaciones viarias y zonas de aparcamiento, ha supuesto la emisión de un total de 31.919,29 toneladas de CO₂ a la atmósfera. La repercusión anual correspondiente a un periodo de 27 años es, pues, de 1.182,20 toneladas/año. Las Facultades y resto de edificios del Campus, con una emisión de 31.907,59 toneladas de CO₂ a la atmósfera, nuevamente para el periodo comprendido entre 1979 y 2006, de la que se desprende una repercusión anual que asciende a 1.181,76 toneladas de CO₂ al año. Por su parte, la construcción de las superficies asfaltadas para la circulación de vehículos y las zonas peatonales incluidas dentro del perímetro del Campus han supuesto la emisión de 11,70 toneladas de CO₂, con una repercusión anual de 0,43 toneladas.

4. Implicaciones de la emisión de gases de efecto invernadero en la sostenibilidad del Campus de Vegazana

El interés por el medio ambiente y su protección adquiere cada año una mayor relevancia en el ámbito mundial, nacional y personal. La preocupación por los problemas ambientales que comenzó por parte de los llamados naturalistas de una forma individual, se ha ido generalizando y hoy forma parte importante de nuestra cultura, expresándose así tanto a nivel político y jurídico como social y personal. Son muchos en la actualidad los que consideran el cambio climático

como el problema ambiental más importante al que se enfrenta la humanidad. Y aunque existen ciertamente incertidumbres que no permiten cuantificar con suficiente precisión los cambios del clima previstos, la información validada hasta ahora es suficiente para tomar medidas de forma inmediata, de acuerdo al denominado "principio de precaución" al que hace referencia el Artículo 3 de la Convención Marco sobre Cambio Climático.

En este contexto, la sostenibilidad ambiental del Campus Universitario de Vegazana de la Universidad de León es evaluada en este trabajo a partir del cálculo del conjunto total de emisiones anuales de CO₂, considerado el gas más importante GEI (Tabla 17).

Frente al problema de emisión de estos gases, las masas forestales, tierra, agua y cultivos en general, y los bosques (superficie forestal arbolada) en particular, juegan un papel absolutamente fundamental dada su capacidad para "fijar o captar" gran parte de estas emisiones. En concreto, los bosques españoles fijan actualmente alrededor del 19% de las emisiones totales de CO₂ producidas en nuestro país. Así mismo, tienen almacenado más de 2.858 millones de toneladas de CO₂, constituyendo un reservorio de gran importancia que es preciso gestionar adecuadamente para disminuir el riesgo de incendios, y como consecuencia de éstos, las emisiones de grandes cantidades de CO₂ a la atmósfera.

En España, la superficie forestal representa más del 50% de la superficie total del país. Sin embargo, a diferencia de lo que ocurre en el norte de Europa, gran parte de esta cobertura forestal se encuentra desarbolada. Del total de la superficie forestal, solo 14,7 millones de hectáreas pueden considerarse bosque, en base a los datos del Tercer Inventario Forestal Nacional (2003). Además, la diversidad de tipos de monte, y de tipos de bosque, en España es muy alta, debido a que nuestra situación geográfica hace que muchas especies de diferentes zonas incluyan nuestro territorio en su área de distribución. Por otro lado, los bosques españoles presentan una productividad baja, debido fundamentalmente a factores edáficos y climáticos.

De forma más local, y circunscribiéndonos al área de interés del presente estudio, la provincia de León posee igualmente una amplia gama de sistemas forestales que son capaces de fijar el CO₂ atmosférico con una tasa sensiblemente superior a la media nacional. De acuerdo con el Inventario Forestal Nacional, se presenta en la siguiente Tabla la superficie boscosa en León (Tabla 18).

La importancia de esta diversidad forestal radica en que no todos los tipos de bosque son capaces de "fijar" la misma cantidad de CO₂ (Tabla 19). La provincia de León, por su situación biogeográfica, ubicada en la zona de ecotono entre la región mediterránea y el mundo eurosiberiano, presenta una alta diversidad de bosques.

Considerando una productividad alta para los bosques de la provincia de León, que se encuentran en la actualidad en continua expansión y regeneración, se obtiene que el 0,046% del total de la superficie forestal de la provincia sería capaz de absorber el total de emisiones de CO₂ directas e indirectas generadas para el mantenimiento del Campus de Vegazana. Este cálculo ofrece únicamente una aproximación a la realidad, y su objetivo final es la concienciación de la comunidad universitaria del impacto que generan sus actividades diarias, buscando de este modo reducir los consumos y favorecer la conservación de los recursos.

5. Conclusiones

- La preocupación general por el estado del medio ambiente, destacando el cambio climático como el problema ambiental más importante al que se enfrenta la humanidad, ha pasado de ser un tema de segundo orden a expresarse tanto a nivel político y jurídico como social y personal.
- En el Campus de Vegazana de la Universidad de León, la mayor parte de las emisiones de CO₂ proceden del gasto energético para electricidad (38%) y uso térmico (24%), seguido del transporte (19%) y la construcción del propio complejo universitario (16%). Los datos corresponden al año 2006.
- Considerando la cobertura de las masas forestales para el territorio nacional, así como las tasas de fijación del gas por parte de éstas, puede estimarse que del total de la superficie forestal de la provincia de León, un 0.046% es necesaria como depósito y sumidero del CO₂ emitido por el Campus (8.470.168 toneladas).
- De acuerdo con lo establecido por el Grupo internacional de expertos sobre el Cambio Climático¹, un cambio adecuado en los hábitos de vida y de comportamiento de todos (y cada uno) de nosotros puede contribuir a mitigar los efectos del cambio climático de forma efectiva. De este modo, se hace necesario incentivar aquellos comportamientos que favorezcan la conservación de los recursos existentes a través del camino hacia la sostenibilidad, mediante acciones personales en nuestra vida cotidiana. Y es precisamente en esta línea de actuación en la que se enmarca la actual política de sostenibilidad de la Universidad de León.

References

- Berra, G.; Finster, L. (2002). Emisión de gases de efecto invernadero. Influencia de la ganadería argentina. *Idia XXI*, 2:212-215.
- Bravo, F. (2007). El papel de los bosques españoles en la mitigación del cambio climático. Fundación Gas Natural, 315 pp.
- Convención Marco sobre Cambio Climático:
http://www.mma.es/secciones/cambio_climatico/el_cambio_climatico/
- Cuchí, A.; López I. (1999). Informe MIES. Una aproximació a l'impacte ambiental de l'Escola d'Arquitectura del Vallès. Bases per a una política ambiental de l'ETSAV. Universidad Politécnica de Cataluña con el apoyo del Departamento de Medio ambiente de la Generalitat de Cataluña.
- IPCC (2006). IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Reference Manual, International Panel for Climate Change
- López, R.; Taboada J.L.; López N. (2008). Impacto ambiental en centros da USC. Vicerrectoría de Calidade e Planificación, Universidad de Santiago de Compostela. Dirección Xeneral de Desenvolvemento Sostible. Xunta de Galicia.
- Pachauri, R.K.; Reisinger, A. (2007), Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. IPCC.
- Plan de Energías Renovables de España 2005-2010 del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

Serrano, N. (1996). Una estimació dels costos reals de l'automòbil. *Medi Ambiente: tecnologia i Cultura*, nº15, Departament Medi Ambient i Habitatge, Generalitat de Catalunya.

Solomon, S.; Qin D.; Manning, M.; Enhen, Z.; Marquis, M.; Averyt, K.B.; Tignor, M.; Miller, H.L. (2007). Summary for Policymakers. En: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. IPCC, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Tercer Inventario Forestal Nacional. 2003.

http://www.mma.es/secciones/biodiversidad/inventarios/ifn/ifn3/pdf/estapridac_04_06_007.pdf