

**INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD Y HUELLA
ECOLÓGICA. APLICACIÓN A LA UAM.**

**(Resumen del Proyecto de Fin de Carrera de la Licenciatura de
Ciencias Ambientales, junio 2003)**

Miguel Ángel Olalla Tárraga

Tutor académico: Javier Benayas del Álamo

INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD Y HUELLA ECOLÓGICA. APLICACIÓN A LA UAM.

Miguel Ángel Olalla Tárraga. Dpto. Ecología UAM

INTRODUCCIÓN

El paradigma económico que, desde la Revolución Industrial, ha marcado las pautas en la desigual relación hombre-biosfera comenzó a evidenciar fisuras en las décadas pasadas. Éstas se manifestaron en un desengranaje indudable de los sistemas ecológico y socioeconómico, con funcionamientos totalmente desacompasados en el tiempo y el espacio. Así, en la década de los ochenta surgió un término que trataba de equilibrar de nuevo las debilitadas relaciones hombre-medio natural: el **Desarrollo Sostenible**. Este concepto se ha convertido, desde entonces, en un término capaz de unir las posturas más enfrentadas en torno a su halo de ambigüedad y se ha situado en el centro de la mayor parte de las esferas de actuación política.

La Conferencia sobre Medio Ambiente y Desarrollo, celebrada en Río de Janeiro en 1992, supuso el afianzamiento del desarrollo sostenible como concepto a partir del cual iban a girar las políticas ambientales en diferentes ámbitos. Para poner en práctica los principios del desarrollo sostenible se elaboró un programa de acción, llamado Agenda 21, que, en su capítulo 28, hacía un llamamiento a las autoridades locales para que llevaran a cabo iniciativas en sus marcos de intervención: *"la participación y cooperación de las autoridades locales constituirán un factor determinante para el logro de los objetivos del Programa. Las autoridades locales se ocupan de la creación, el funcionamiento y el mantenimiento de la infraestructura económica, social y ecológica, supervisan los procesos de planificación, establecen las políticas y reglamentaciones ecológicas locales y contribuyen a la ejecución de las políticas ambientales en los planos nacional y subnacional [...] desempeñan una función importantísima en la educación y movilización del público en pro del desarrollo sostenible."*

La universidad, como institución generadora de formación y creadora de opinión, tiene una importante responsabilidad ambiental, por lo que no podía

ser ajena a este llamamiento. La UAM, en su Claustro Universitario de abril de 1997, ratificó la "**Carta de Compromiso Ambiental con la Agenda 21**", que trataba de vincular con la Agenda 21 todas las actuaciones en materia ambiental dentro de su campo de acción. Esto implicaba incidir en dos vertientes muy concretas: por un lado actuar como medio difusor de conocimientos acerca de la **problemática del medio ambiente a nivel global** y, por otro, aportar soluciones a los **impactos ambientales locales**, derivados de la propia actividad universitaria en los Campus de Cantoblanco y Medicina.

Para coordinar la gestión ambiental y lograr la consecución de objetivos en estas dos vertientes, se creó la **Oficina Ecocampus**, que ha tratado de responder a ambas necesidades mediante la participación de la comunidad universitaria y el control de la calidad ambiental de los campus.

La creación de dicha Oficina ha supuesto, indudablemente, un gran avance en el camino hacia políticas de sostenibilidad ambiental en el ámbito de la UAM. Sin embargo, para avanzar en este compromiso de forma contundente, es necesaria la **instrumentación de una Agenda 21 Local**, que tiene como fin último la sostenibilidad del sistema en todos los ámbitos, a través de la implementación de un plan de acción a nivel local. El primer paso para la consecución de este proceso es la detección de los principales problemas desde la perspectiva del desarrollo sostenible aplicados a nuestro marco de referencia concreto, para lo que se hace necesaria una primera fase de diagnóstico ambiental y de sostenibilidad. Es en este punto donde cobra especial importancia la definición de un sistema de indicadores de sostenibilidad específico para la UAM, puesto que suponen una herramienta primordial para el diagnóstico y detección de problemas, así como un instrumento de comparación y evaluación de las situaciones a lo largo del tiempo. Su importancia queda también reflejada en el capítulo 40 del Programa 21: "Información para la adopción de decisiones: *"Es preciso elaborar indicadores del desarrollo sostenible que sirvan de base sólida para adoptar decisiones en todos los niveles y que contribuyan a una sostenibilidad autorregulada de los sistemas integrados del medio ambiente y el desarrollo"*.

Por ello, entre las acciones que desde el actual Plan Estratégico de la UAM se pretenden realizar para convertir el campus en un centro de referencia

en gestión ambiental, se encuentra la **elaboración de la Agenda 21 de la UAM.**

El presente proyecto ha tratado de conseguir, por un lado un acercamiento global a las posibilidades de la aplicación operativa de dicho término, ofreciendo una visión panorámica del marco histórico y teórico de estos indicadores, pero, ante todo, de responder a la necesidad de una perspectiva de implementación local para su uso adecuado.

INDICADORES DE DESARROLLO SOSTENIBLE

El concepto de desarrollo sostenible puede mostrarse, en gran medida, como un término ambiguo y discutible pero, ante todo, resulta difícil de evaluar. Por ello, los indicadores de sostenibilidad se comenzaron a utilizar por parte de Naciones Unidas como un sistema de señales que permitiese estimar avances en el marco de este nuevo modelo de desarrollo. Se trataría de "*signos*´ o *indicios*´ que pueden manifestar que algo es actualmente sensible, o que permiten suponer algo con fundamento" como afirmaba el que fuera catedrático de ecología de esta universidad, Dr. González Bernaldez, refiriéndose a indicadores de paisaje.

Para lograr operativizarlo en medidas concretas, tangibles para el ciudadano de a pie y manejables para el gestor, se hace necesario desarrollar herramientas acordes con el grado de complejidad que caracteriza las interacciones entre los sistemas ecológico y socioeconómico. En esta tarea, los indicadores económicos, sociales y ambientales tradicionales se han manifestado ineficaces, por lo que se ha hecho necesario desarrollar estas nuevos indicadores.

Los indicadores de sostenibilidad se plantean como instrumentos que nos permiten evaluar los avances en el camino de esta senda hacia un nuevo paradigma de desarrollo. Así, fundamentalmente en los últimos cinco años, se ha venido tratando de diseñar marcos analíticos y modelos funcionales que incorporasen en sus estructuras organizativas este nuevo enfoque de sostenibilidad.

Nos encontramos, por tanto, frente a un ámbito en proceso de desarrollo conceptual, metodológico e instrumental, que debería tender al establecimiento de una metodología única.

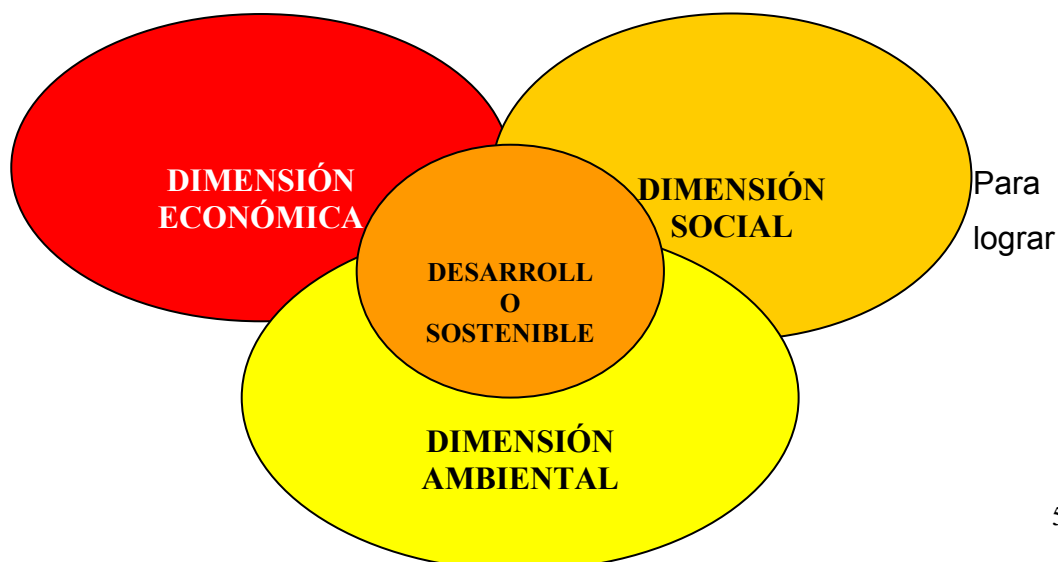
Muy lejos de este deseo, hemos comprobado que la diversidad de iniciativas es muy amplia, que su calidad resulta bastante heterogénea y que la falta de consenso es evidente. Las propuestas implementadas se encuentran muy influidas por la debilidad o fortaleza con la que se realice la aproximación al concepto desarrollo sostenible.

Los esfuerzos se han impulsado desde diferentes escalas y nivel de análisis y conforme descendemos hacia la escala local, las iniciativas se multiplican.

SISTEMA DE INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD EN LA UAM

La Propuesta de Sistema de Indicadores de Sostenibilidad de la UAM no parte de cero, sino que pretende suponer un paso más a las anteriores propuestas de indicadores ambientales diseñadas en 1998 y en 2002 para el Campus de Cantoblanco. Éstas supusieron un inicio en la identificación de necesidades en materia de desarrollo sostenible y basaron su metodología en diferentes tipos de sistemas de indicadores empleados hasta entonces. Sin embargo, hay que destacar que los indicadores de sostenibilidad suponen una mayor complejidad, puesto que engloban tanto indicadores ambientales, como sociales, económicos e institucionales, tratando de responder con ello a la conjugación y correcta armonía de las tres dimensiones que componen el desarrollo sostenible: social, ambiental y económica.

INTERRELACIONES EN EL SISTEMA ECOLÓGICO-SOCIOECONÓMICO



diseñar un sistema de indicadores que refleje adecuadamente las relaciones entre las tres dimensiones se ha tratado de abordar, en una primera parte del proyecto, el muy amplio marco conceptual. Realizar una revisión de los marcos de análisis y de los modelos de indicadores, a la vez que describir una panorámica general de iniciativas implementadas hasta la fecha, se planteaba como un objetivo específico del proyecto.

En un segundo bloque se responde al objetivo prioritario de elaborar una Propuesta de Sistema de Indicadores de Sostenibilidad para la UAM. En este bloque también se analiza, por separado, la Huella Ecológica.

Con respecto a la Propuesta de Sistema de Indicadores de Sostenibilidad para la UAM, ésta se ha articulado dentro de un marco de análisis muy poco empleado en las diversas iniciativas anteriores, pero que responde perfectamente a la necesidad de coordinación de los tres vectores fundamentales del desarrollo sostenible: **marco ordenador por dimensiones-áreas-objetivos-atributos**.

De este modo, partiendo de las áreas de interés en la UAM, se definen objetivos concretos y cuantificables, a partir de cuya desagregación se alcanza el nivel de indicador.

La desagregación en niveles permite la posterior **construcción de un Índice de Sostenibilidad Agregado y la representación mediante un Panel de sostenibilidad**.

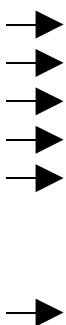
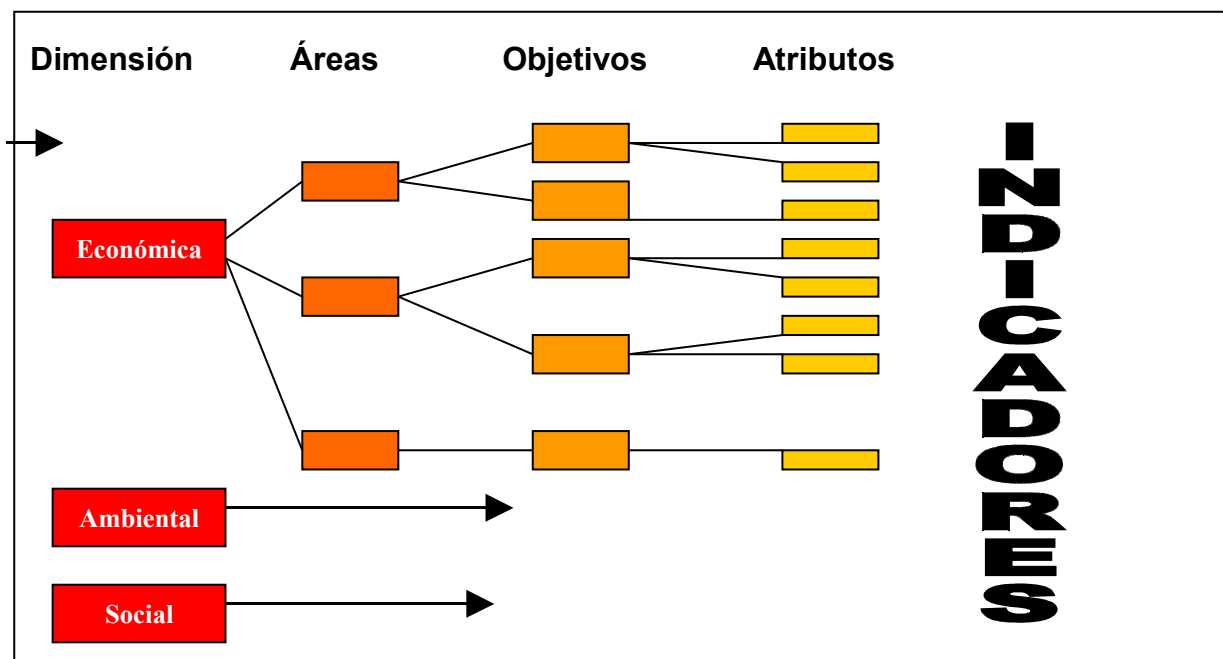
Los índices agregados se han planteado en los últimos años como la forma más eficaz para evaluar situaciones en la senda del desarrollo sostenible y la efectividad de las políticas. Se trata también de instrumentos eficaces para la comunicación pública. Sin embargo, se encuentran muy influidos por la institución y los fines para los que se desarrollen, la cual tenderá a otorgar mayor importancia a una de las dimensiones.

En nuestro caso, y siguiendo la idea de participación pública que debe prevalecer en la operativización del desarrollo sostenible (bien sea en una Agenda 21 o en indicadores de sostenibilidad), se ha introducido un nuevo modelo visual, recientemente presentado en Johannesburgo 2002: el **Dashboard of Sustainability**, que pretende disminuir este sesgo y facilitar la comprensión de un concepto complejo a la opinión pública. El *Dashboard* o

Panel de sostenibilidad, se plantea como un instrumento muy útil para implicar a la sociedad, y por ello se ha compaginado con el marco ordenador por áreas.

Pretende informar al gestor y a los ciudadanos de la situación y los progresos hacia este nuevo paradigma de desarrollo. Se trata de un sencillo círculo en el que el tamaño de cada segmento es proporcional al peso que se haya otorgado a cada dimensión, área o indicador y en el que cada color representa la valoración, en una escala bien definida, de la tendencia buena o mala del sistema hacia la sostenibilidad. Permite la presentación de relaciones complejas en una forma más sencilla, a la vez que se pueden analizar los puntos fuertes y débiles de las políticas aplicadas y obtener información desagregada en indicadores. Asimismo, también podría actuar como barómetro del funcionamiento político para los ciudadanos.

MARCO ORDENADOR DEL SISTEMA



Elaboración propia

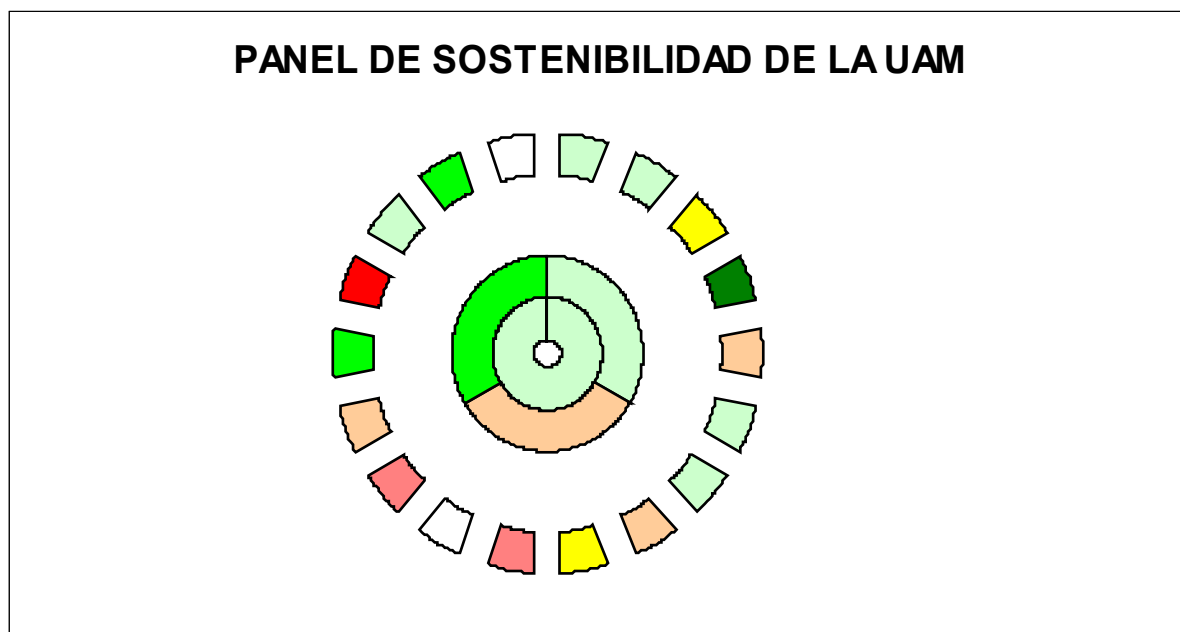
Para cada indicador del sistema se ha elaborado una ficha, en la que se pretende mostrar la tendencia de los últimos años, así como fijar la situación actual, de cara a posteriores cálculos y programas de seguimiento.

A continuación presentamos la lista definitiva de la Propuesta de sistema

INDICADOR	
1	ESTRUCTURA DE POBLACIÓN DEL CAMPUS
2	Nº PAS/100 ALUMNOS
3	Nº PUESTOS EN BIBLIOTECAS/100 ALUMNOS
4	Nº PUESTOS EN SALAS DE ORDENADORES/100 ALUMNOS
5	Nº PROFESORES/100 ALUMNOS
6	Nº BECAS CONCEDIDAS/ SOLICITADAS
7	% ALUMNOS CON ASIGNATURAS APROBADAS EN CONVOCATORIA ORDINARIA
8	Nº PARTICIPANTES EN PROGRAMAS INTERNACIONALES Y NACIONALES
9	Nº ALUMNOS CON ACCESO A FORMACIÓN EN M.A.
10	Nº MATRICULADOS EN POSTGRADO
11	Nº PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN
12	Nº BECARIOS DE INVESTIGACIÓN / MATRICULADOS EN 3^{ER} CICLO
13	Nº CONTRATOS REGISTRADOS EN LA OTRI
14	% SATISFACCIÓN CON LA UAM
15	Nº DE ACCIDENTES E INCIDENTES
16	% FUMADORES
17	% PARTICIPACIÓN ELECTORAL
18	Nº ASOCIACIONES DE ESTUDIANTES ACTIVAS/1000 HABITANTES
19	Nº VOLUNTARIOS EN PROGRAMAS DE LA UAM
20	Nº USUARIOS DEL SERVICIO DE DEPORTES
21	Nº PARTICIPANTES EN CURSOS Y SEMINARIOS EN LA UAM
22	% DE SUELO VACANTE
23	% ZONAS VERDES/SUP. CONSTRUIDA
24	SUPERFICIE CONSTRUIDA DISPONIBLE PER CÁPITA
25	% ACCESO EN TRANSPORTE PÚBLICO Y PRIVADO
26	CONSUMO DE AGUA PER CÁPITA
27	% AGUA DEPURADA
28	TEP CONSUMIDAS PER CÁPITA
29	% DE ENERGÍAS RENOVABLES
30	EMISIONES DE CO₂, NO_x y CH₄ PER CÁPITA
31	MEDIAS MENSUALES DE CONCENTRACIÓN DE O₃, SO₂, y NO_x
32	% POBLACIÓN EXPUESTA A NIVELES DE RUIDO SUPERIORES A 65 DB
33	KG. DE RESIDUOS PELIGROSOS PRODUCIDOS AL AÑO

34	N° DE CONTENEDORES Y PAPELERAS/ 1000 HABITANTES
35	KG. DE RSU PRODUCIDOS PER CÁPITA
36	N° ESPECIES DE ÁRBOLES Y ARBUSTOS EN EL CAMPUS
37	N° ESPECIES DE AVES EN EL CAMPUS
38	HUELLA ECOLÓGICA
39	ESTRUCTURA DE INGRESOS
40	% GASTO EN INFRAESTRUCTURAS Y SERVICIOS
41	% PAGADO POR UN ALUMNO/ GASTOS DE FORMACIÓN TOTALES
42	% GASTO EN INVESTIGACIÓN
43	TASA DE EMPLEO DE TITULADOS

La construcción del Panel de Sostenibilidad se ha realizado a modo ejemplificativo y partiendo de valoraciones subjetivas, como se especifica y justifica a lo largo del proyecto. Para una elaboración del Panel más fundamentada se debería tener en cuenta una consulta a Panel de Expertos o alguno de los métodos que se especifican en el Proyecto Fin de Carrera.





Elaboración propia

ESCALA DE VALORACIÓN DEL DASHBOARD

Muy bueno

Bueno

OK	
Medio	
Malo	
Muy malo	
Crítico	

HUELLA ECOLÓGICA

Desde que en el año 1996 los investigadores Mathis Wackernagel y William Rees definieran el término Huella Ecológica, este índice de sostenibilidad se ha ido consolidando como uno de los más aplicados y, en palabras de reconocidos autores (Ernst Ulrich o Norman Myers por ejemplo), se ha convertido en la herramienta más útil para evaluar los avances en este terreno.

El concepto se fundamenta en dos simples hechos. En primer lugar, podemos medir la mayoría de los recursos que consumimos y los desechos que generamos. En segundo lugar, este consumo y generación de residuos se pueden traducir a las correspondientes áreas o territorios de los ecosistemas que cuentan con la capacidad de productividad biológica y de absorción de impactos humanos.

La idea de Huella Ecológica parte, realmente, de un término que aporta la ecología de poblaciones: **la capacidad de carga**.

La capacidad de carga se define como: "*el máximo número de individuos de una especie concreta que es capaz de soportar de forma indefinida un hábitat específico sin alterar la productividad de éste*".

Esta definición supone poblaciones aisladas y una eficiencia de uso de los recursos no variable a lo largo del tiempo lo que no se puede presuponer para el hombre, que es capaz de aumentar las capacidades de carga del medio desarrollando posibilidades comerciales y tecnológicas. Por lo tanto, este

concepto ecológico resultaba muy controvertido en su aplicación a la especie humana y algunos autores como Vitousek lo consideraban irrelevante y difícil de aplicar.

Ante esta situación y en un intento por encontrar un método que recogiera los impactos de las poblaciones humanas, Rees, partiendo del concepto de capacidad de carga, lo formuló al revés, es decir, ¿cuál sería la superficie necesaria para mantener un número de individuos determinado?

La idea, no era nueva, puesto que en el año 1967 Arvill había calculado que cada habitante de la Tierra necesitaba aproximadamente 1 Ha. para su mantenimiento, mientras que P. y A. Ehrlich en 1993 afirmaban que una ciudad de un millón de habitantes, según cálculos optimistas, necesitaba 1000Km² para captar la suficiente luz solar capaz de proporcionar a sus ciudadanos una dieta básicamente vegetariana.

La contribución de Rees y Wackernagel fue, por lo tanto, el establecimiento de una metodología muy específica de cálculo que permite la evaluación numérica y que convierte el concepto en un verdadero índice biofísico que expresa a nivel global el impacto de las actividades humanas en términos de superficies productivas de los ecosistemas.

Los autores lo definieron como *"el área de territorio productivo o ecosistema acuático necesario para producir los recursos utilizados y para asimilar los residuos producidos por una población definida con un nivel de vida específico, donde sea que se encuentre esta área"* y desarrollaron, a su vez, una metodología estándar, que permite la comparación.No obstante, los cálculos han debido ser adaptados, en muchos casos, a las realidades de cada área de estudio.

En el cálculo de la Huella Ecológica se interrelacionan las superficies o **territorios productivos** de los ecosistemas con las **categorías** necesarias para satisfacer los "metabolismos humanos" (endo y exometabolismos).

Las **categorías** son:

- Agricultura
- Ganadería
- Pesca

- Producción Forestal
- Transformaciones de energía primaria desde el punto de vista económico para la producción de energía eléctrica.
- Producción de bienes de consumo
- Ocupación directa de territorio(ciudades, infraestructuras,minas, etc..)

Los **territorios productivos** (que no deben confundirse con los usos a los que se dedican, aunque en la mayor parte de los casos tienen una relación única) son:

- **Territorio para la absorción de CO₂**: aunque existe un aumento de la asimilación fotosintética a nivel global, las emisiones de CO₂ continúan aumentando por la acción humana. Por ello, esta variable trata de introducir la necesidad de mantener territorios asimiladores de CO₂, fundamentalmente los bosques, puesto que se plantean como la alternativa más viable para absorber las emisiones.
- **Territorio de cultivos**: el 11% de los 13,4 billones de Ha. de la superficie terrestre(1,47 bill. Ha.), según algunas estimaciones, pertenece a superficie cultivada en el planeta. Wackernagel la cifra en 1,35 bill. de Ha. Resulta la superficie más productiva ecológicamente hablando.
- **Territorio de pastos**: la dedicada al pastoreo del ganado. Se encuentra en expansión en detrimento de los bosques.
- **Territorio forestal**: superficie ocupada por bosques que se encuentren en explotación para la obtención de productos forestales, ya sean repoblados o naturales.
- **Territorio con uso directo**: Áreas construidas u ocupadas por infraestructuras humanas, así como superficies degradadas por el uso humano (minas, embalses, etc.)
- **Territorio marítimo productivo**:principalmente zonas de afloramiento o plataformas continentales, en las que se detecta la mayor parte de la superficie con producción biológica en el mar y cerca del 100% de la pesca a nivel global.
- **Territorio para la conservación de la biodiversidad**: es el territorio que se mantiene intacto para conseguir mantener la biodiversidad.

Cada una de las categorías de uso se sitúa en una matriz y se asocia con las necesidades de superficie productiva para obtener **Huellas Ecológicas Parciales**, a través de cuyo sumatorio se obtiene el dato global. El consumo y la productividad de estas superficies sirven para calcular el número de hectáreas per cápita de cada uno de estos terrenos (Huella Ecológica per cápita).

MATRIZ BÁSICA USO-SUPERFICIE PRODUCTIVA NECESARIA

		NECESIDADES DE SUPERFICIE PRODUCTIVA						
CATEGORÍAS DE USO		Absorción de CO ₂	Cultivos	Pastos	Bosques	Mar productivo	Uso directo	Huella ecológica
	Agricultura							
	Ganadería							
	Pesca							
	Forestal							
	Bienes consumo							
	Energía							
	Ocupación directa							
	Conservación							
	TOTAL							

Fuente: Calvo& Sancho(2001)

Elaboración propia

Aparte del concepto Huella Ecológica, los autores y posteriores desarrollos no han querido dejar totalmente de lado la ya mencionada **capacidad de carga** de los ecosistemas. A pesar de lo discutible de su definición, se han hecho diferentes aproximaciones al concepto. Mientras que algunos han creído conveniente seguir calculando esta capacidad de carga, entendiéndola como anteriormente se definía, otros autores han comenzado a hablar de espacios productivos disponibles o de **biocapacidades de los ecosistemas**. Se trata, en el fondo, de la misma idea que intenta servir para estimar el **déficit** o **el superavit ecológico** de una zona. Así, si logramos definir la capacidad de carga o biocapacidad de una zona, seremos capaces de establecer si en dicho ámbito de estudio, en ese año concreto, existen los recursos naturales y ambientales reportados por los ecosistemas para

mantener un grado de autonomía efectivo o si, por el contrario, es necesario "tomar prestados estos recursos de otras zonas del planeta".

HUELLA ECOLÓGICA EN UNIVERSIDADES

La Huella Ecológica se definió, inicialmente, para establecer una medida de la sostenibilidad a nivel global. Sin embargo, ha quedado latente que la sostenibilidad se debe abordar desde diferentes perspectivas y que, ante todo, resultan fundamentales los niveles local y regional, por lo que los cálculos se han ido sucediendo para niveles de concreción cada vez mayores.

En este contexto, los cálculos de Huella Ecológica se han venido adaptando a las realidades locales y a las necesidades más específicas. De esta forma, su definición ha cobrado fuerza en el ámbito municipal y se pretende llevarla a la práctica hasta donde los límites de su propia definición lo permitan. Por ello, algunas instituciones universitarias, al igual que sucede con otros indicadores del desarrollo sostenible, han creído conveniente su aplicación al marco concreto de sus políticas de actuación ambiental.

Las iniciativas de cálculo de este índice a nivel de Universidades son limitadas, puesto que existen un gran número de inconvenientes y debilidades (algunos presentes en la propia definición del indicador y otras derivadas de su aplicabilidad) que limitan su implantación como herramienta útil para lograr cuantificar avances de cara a la sostenibilidad.

La mayor parte de las iniciativas han surgido en los campus de universidades americanas y países angloparlantes, en los que las metodologías empleadas son muy especiales y discutibles. Entre las americanas destacan la Universidad de Redlands en California, que ha realizado tres aproximaciones al cálculo de la Huella Ecológica desde tres perspectivas diferentes del concepto de sostenibilidad (fuerte, débil e ideal), y la Universidad de Texas.

Otra de las iniciativas destacables se encuentra en Australia. Allí, el *Centre For Global Sustainability* ha comenzado un estudio piloto para aplicar estimaciones de Huella Ecológica a algunos campus universitarios. Así, se encuentra en desarrollo el cálculo para el *Royal Melbourne Institute Of Technology (RMIT)* y ya se ha establecido un análisis de impactos para la

Universidad de Newcastle (Australia). En este estudio, elaborado por Kate Flint, se remarca lo apropiado de implementar también una Huella Ecológica universitaria, por las características informativas que posee en cualquier marco de actuación. En este caso se ha contado con una base estadística que ha permitido esa aproximación al cálculo.

En España, únicamente tenemos conocimiento de un cálculo de Huella en universidades, la *Petjada ecologica de l'EUPM* en la Universitat Politècnica de Catalunya, que ha empleado un procedimiento muy particular. Esto se debe a que su forma de entender el concepto de Huella Ecológica difiere del método tradicional y se ha adaptado en gran medida a la base estadística disponible.

HUELLA ECOLÓGICA DE LA UAM

Para la evaluación de la huella ecológica de la UAM nos enfrentábamos a la problemática que presentan todos los estudios a nivel local: la limitación de datos. Se ha intentado solucionar este problema, como en otros casos, acomodándonos a la realidad de la situación estadística y a las posibilidades de estimación fundada. En nuestro análisis resulta imposible, además de carente de sentido, obtener datos, por ejemplo, de consumos de hortalizas, huevos o ganado bovino. Por ello, se hace evidente que la aproximación ortodoxa a los métodos de Rees y Wackernagel no es posible en su totalidad.

La solución ha sido realizar los cálculos que resulten asequibles, basándonos en la realidad estadística concreta de nuestra Universidad y empleando las ventajas que ofrece la metodología de la Huella Ecológica, es decir, los **indicadores parciales**.

Como se ha visto, para el cálculo definitivo de la Huella es necesario un cálculo de indicadores parciales por categorías de consumo, que conduzca al cálculo total. Éste será el recurso que empleemos, puesto que supone una ventaja que les permite actuar a cada uno de ellos como verdaderos indicadores de sostenibilidad, con una consistencia y grado de fiabilidad muy elevados.

No podremos calcular, por ejemplo la huella ecológica de la categoría de agricultura, ganadería o pesca, pero sí emplear la de transformaciones de energía primaria o la de ocupación directa del territorio.

En el presente estudio se han tenido en cuenta dos indicadores parciales de categorías de consumo que podemos aplicar, los interrelacionados con los territorios para la absorción de CO₂ y las áreas directamente utilizadas.

HUELLA ECOLÓGICA ENERGÉTICA EN LA UAM

Se han establecido tres focos generadores de emisiones de CO₂, directa o indirectamente relacionados con las actividades que se vienen desarrollando en el campus:

1. Consumos en edificios

Total emisiones debidas al consumo en edificios: 11544 Tn de CO₂

2. Movilidad

Total emisiones debidas al transporte: 19188 Tn de CO₂

3. Consumos de papel

Superficie de bosque estimada para satisfacer los consumos de papel anuales en la UAM: 7,3 Ha.

Las 30.732 Tn anuales generadas, de acuerdo con los cálculos realizados, supondrían una superficie de absorción de: **4.656,4Ha.**

La superficie que ocupan actualmente los terrenos del campus es de **76,7 Ha.**,

CÁLCULO DE HUELLA ECOLÓGICA PER CÁPITA PARCIAL

Después de haber obtenido todos los datos anteriores de superficies, únicamente nos queda sumarlos para relacionarlos con la población usuaria. Tenemos 4.740,4 Ha, con un tamaño poblacional de 32.583 personas en el campus de Cantoblanco en el año 2002/2003, con lo que resulta: **0,145 Ha. per cápita.**

Este dato se corresponde con un indicador sesgado y reduccionista, pues se comprueba de forma manifiesta, la falta de datos de otros consumos.

Para dar un paso más en las estimaciones y, tras haber analizado varios estudios de Huellas Ecológica realizados en el ámbito del estado español, hemos comprobado que el dato anteriormente calculado (relativo a la Huella Energética y de suelo consumido directamente) supone del orden de la tercera

parte en todos los casos estudiados. De esta forma, podríamos estimar **la huella que origina cada usuario de la UAM en su actividad diaria en el ámbito del Campus: 0,437 Ha. per cápita.**

Como comprobamos, sigue resultando muy reducido comparado con los datos aportados por todos los estudios ya realizados en otras esferas. Esto se debe a que dicho dato hay que entenderlo como una más de las huellas que se generan a lo largo de nuestra actividad anual (estacionalidad del calendario docente, temporalidad de ritmos académicos, etc..).

Si lo comparamos con la superficie de la UAM, se evidencia su verdadero sentido:

$0,437\text{Ha/cápita} \times 32.583 \text{ personas} = 14.238,7 \text{ Hectáreas productivas totales.}$

$14.238,7 / 225,2 \text{ Ha. de terrenos de la UAM} = 63 \text{ veces la UAM}$

La población de la UAM está empleando en su actividad diaria una cantidad de terreno productivo 63 veces mayor a la que ocupan los terrenos de dicha Universidad.

Podemos, finalmente, comparar este dato con el obtenido para otros municipios, como Londres(125 veces su área), Munich(145) o Santiago de Chile(16). Asimismo, Venetoulis (2001) calculó, en el Campus de Redlands(California), la estimación de las superficies en función de tres perspectivas de sostenibilidad:

- con la **fuerte, únicamente se deberían consumir 32 veces la superficie de la Universidad (57 Hectáreas),**
- **con la débil, 62 veces su superficie y**
- **con la idea, 3 veces la Universidad.**

En dicha Universidad la Huella ocupaba 40 veces la superficie del Campus.

Se debería hacer un esfuerzo, por tanto, para reducir la Huella Ecológica de la UAM.