

Ciudad, energía y cambio climático¹

MARIANO VÁZQUEZ ESPÍ²

Murcia (España), 9 de mayo de 2008.

1. Texto	1
2. Imágenes	12

1. Texto

En primer lugar quisiera agradecer más allá del protocolo la invitación a participar en este encuentro, agradecimiento que tiene sobre todo que ver con que sostendré una tesis contraria a su lema: desde mi punto de vista *las conurbaciones son el problema*. Obviamente mi afirmación y la de los organizadores, «la ciudad es la solución», son frases demasiado simples para contener matices y abarcar toda la complejidad del asunto. Y sin duda en los relatos que pueda haber detrás encontraremos puntos de acuerdo. Pero será más útil debatir sobre desacuerdos.

Para evitar enredarnos en discusiones bizantinas conviene recordar que el neologismo ‘conurbación’ fue acuñado por PATRICK GEDDES (1915) para hacer una distinción con lo que anteriormente se entendía por ‘ciudad’. Y posteriormente LEWIS MUMFORD consideró que el proceso contemporáneo de crecimiento urbano era un proceso de *desurbanización*, esto es, de destrucción de las antiguas ciudades, cuyos restos han pasado a ser objeto de atracción turística en muchos casos.

En cualquier caso, si «la ciudad es la solución», ¿cuál es el problema? Luis Fernández disertaba hace poco bajo el título: «el cambio climático es el problema, la ciudad es la solución». Un enunciado eficaz como reclamo publicitario, pero, desde mi punto de vista, demasiado simple.

En lo que se refiere al cambio climático, hay que recordar que se trata tan sólo de un aspecto parcial de la *contaminación atmosférica*, uno de los doce problemas generales que caracterizan la actual crisis ecológica. Vista ésta en su conjunto, resulta pretencioso, sino directamente hipócrita, concentrar tantos esfuerzos en evitar el cambio climático (apoyados en predicciones necesariamente inciertas y a través de medidas tecnológicas y financieras tan sofisticadas como incomprensibles para la población), mientras se deja de lado la solución de problemas mucho más cercanos y abarcables como la destrucción del suelo fértil, el despilfarro de agua dulce o la escandalosa disparidad de rentas monetarias.

En lo que se refiere a nuestras ciudades, en 2007 albergaban a la mitad de la población mundial, consumidora de bastante más del 80% de los recursos agotables del planeta, lo que indica que la batalla por resolver esa crisis hay que darla, sobre todo, en territorio urbano, algo distinto a que proseguir con el desarrollo urbano, y la simultánea concentración de la población en conurbaciones, sea solución de alguna cosa (incluso si esos desarrollos en las periferias urbanas se

¹Ponencia marco de la segunda jornada de *FOUR Murcia 2008*, Colegio Oficial de Arquitectos de Murcia y CSCAE, Murcia, 8, 9 y 10 de mayo de 2008.

²Profesor titular del Departamento de Estructuras de Edificación y responsable del Grupo de Investigación en Arquitectura, Urbanismo y Sostenibilidad de la Universidad Politécnica de Madrid.

anuncian como “ecológicos”, plagados de viviendas “bioclimáticas”, y realizados de forma “respetuosa con el medio ambiente”).

Tenemos sin duda un problema pero me temo que existe todavía demasiada confusión acerca de en qué consiste como para que acertemos con soluciones eficaces y rápidas.

Crecimiento

El cambio climático es una consecuencia más del proceso de crecimiento iniciado unos siglos atrás en Europa. (De hecho, su posibilidad fue anticipada por JOSEPH FOURIER en 1827, hace casi doscientos años.) La primera obviedad en la que hay que insistir es que *cualquier crecimiento indefinido resulta insostenible en un espacio fijo*: el planeta que nos aloja no crece y el crecimiento demográfico debería ser nuestra preocupación primordial. Sin embargo, las bajas tasas de natalidad se siguen leyendo en clave negativa (y se arbitran medidas para fomentarla). No es de extrañar, pues es un factor principal del crecimiento monetario: a fin de cuentas, para que unos pocos sigan ganando más millones de euros al año es imprescindible una cohorte creciente de trabajadores explotados y consumidores estafados.

Una mirada fría y estadística al crecimiento de la población y del consumo de combustibles desde 1800 muestra una correlación prácticamente perfecta. Son dos factores que parecen influirse mutuamente, sin que sea fácil decir cual es el huevo y cual la gallina. En general, la relación entre recursos y población es compleja: uno de los modelos más sencillos, la “ecuación logística”, sirve como ejemplo de la teoría matemática del caos o de la geometría fractal. Por ello resulta bastante inútil hacer predicciones demográficas: por ejemplo, NU apuesta por la estabilización hacia 2050 (aunque para ello necesita suponer que España contará en 2050 con tan sólo 30 millones de habitantes). Pero cualquier cosa puede pasar. Con todo, entre 1800 y nuestros días la relación entre población y recursos parece simple: crecen al unísono.

La población no sólo crece desde entonces, se *concentra* en grandes conurbaciones y lo hace de una forma paradójica. Pues aunque lo que trae a la mente la expresión “concentración urbana” es el hacinamiento, esas riadas de gente en las calles centrales de las grandes metrópolis, lo cierto es que las conurbaciones, según crecen en tamaño, disminuyen en densidad, requiriendo ocupar cada vez más espacio por cada habitante que alojan, a la que vez que su huella ecológica *per capita* también aumenta.

Cuadro 1: **Densidad urbana**

Densidad de población en áreas metropolitanas (hab/Ha)					
	1960	1990		1960	1990
Amsterdam	99	54	Melbourne	21	14
Frankfurt	87	46	Nueva York	29	21
Londres	65	42	Tokyo	85	71
París	69	46	Washington	21	13

Crecimiento de la población, crecimiento monetario, crecimiento del consumo de recursos, crecimiento urbano. Cuatro tendencias que se retroalimentan de

forma compleja y que, según avanza el tiempo, van acercándose a los límites físicos y geométricos de un planeta mediano, abierto a la energía, pero en clausura material. Las cuatro tendencias constituyen lo que, esencialmente, se denomina «desarrollo económico» o «civilización urbano-industrial». Y en su avance hacia los límites del planeta van generando deterioro ecológico. De este modo, «desarrollo económico y deterioro ecológico» son las dos caras de un mismo proceso, como bien han demostrado JOSÉ MANUEL NAREDO y ANTONIO VALERO en un libro titulado precisamente así (y cuya lectura es *altamente recomendable*).

Si lo que se quiere resolver, o al menos paliar, es el creciente deterioro ecológico, el diagnóstico apunta a detener el desarrollo económico. Un objetivo que choca frontalmente con nuestros valores sociales, basados casi en exclusiva *precisamente* en la valoración económica. Lo que el problema demanda es, por tanto, un radical cambio de los valores sociales que guían nuestros afanes colectivos.

El concepto de «desarrollo sostenible», una patente contradicción al decir de RAMÓN MARGALEF (2000), expresa el deseo colectivo de «nadar y guardar la ropa», es decir, la esperanza de que exista alguna forma de continuar creciendo sin producir deterioro. Pero desde el momento en que el deterioro proviene de la proximidad de los límites físicos del planeta, se trata de una consecuencia insoslayable del propio crecimiento, algo que no se origina en nuestras intenciones morales ni puede evitarse por más que deseemos hacerlo. El «desarrollo sostenible» es una suerte de mantra que puede mencionarse en casi cualquier foro sin miedo a pisar callos, pues en su calculada ambigüedad caben todas las buenas intenciones: desde seguir aumentando la riqueza monetaria hasta crear nuevos parques naturales mientras se construye alrededor. Y como suele pasar con las oraciones, los acontecimientos siguen su curso mientras se reza. Pero basta una consulta al diccionario para cerciorarse de que crecimiento y desarrollo es una y la misma cosa, sean cuales sean las buenas intenciones o los adjetivos empleados.

Desde esta perspectiva el panorama es desalentador. Cualquier acción individual o local que acepte y se sume a la senda colectiva y global del desarrollo está destinada, a fin de cuentas, a producir mayor deterioro a la larga, incluso si en su diseño el objetivo fue contrarrestar los efectos del crecimiento. Pondré dos ejemplos:

- «Factor 4» es un informe del Club de Roma junto al Rocky Mountain Institute, dos organizaciones ambientalistas de prestigio mundial, en el que se diseña una estrategia para «producir el doble con la mitad de recursos». Podemos suponer, lo que ya es mucho, que se trate de una propuesta tecnológica factible. Podría ser incluso una propuesta *humanitaria*, pues al producir el doble podría combatirse la pobreza, a la vez que reduciendo a la mitad el consumo de recursos, se combate el deterioro. Pero incluso entonces, cuando la población se doble, volveríamos a ejercer la misma carga sobre el planeta. Y sin parar el crecimiento demográfico es sólo cuestión de tiempo que tal cosa ocurra.
- Otro loable objetivo: aumentar la eficiencia de los automóviles, es decir, disminuir la cantidad de combustible por cada 100 kilómetros (Plan Renove y similares). Un objetivo factible además: fabricamos motores cada vez más eficientes. Pero tal logro no ha tenido ningún efecto significativo sobre el crecimiento del combustible gastado por el parque automovilístico: por una parte, ese parque sigue en perpetuo crecimiento; por otra, el conductor individual sigue consumiendo todo el combustible que puede permitirse pagar, aunque eso sí, recorriendo mayores distancias, viajando más lejos.

En definitiva, mientras no reconsideremos nuestros valores, mientras sigamos persiguiendo el desarrollo, las acciones individuales quedan limitadas a aumentar la eficiencia, algo en apariencia positivo sin duda, pero que nos deja atrapados en la misma ilusión tecnológica en la que vivimos desde la Revolución Industrial.

Eficiencia, rendimiento

La eficiencia o, mejor, el rendimiento, por usar una expresión menos moderna pero que al menos está libre de definiciones circulares, sólo es un concepto útil en procesos lineales de tipo catabólico, es decir, procesos en los que se consumen recursos y se producen residuos con vista a lograr alguna utilidad. Mejorar el rendimiento es en definitiva reducir el consumo de recursos y la producción de residuos para alcanzar la utilidad perseguida. Como es bien sabido, el rendimiento del cien por cien es inalcanzable, de forma que aceptar este tipo de procesos, supone aceptar que vamos a seguir consumiendo recursos y produciendo residuos; aumentar el rendimiento simplemente pospone en el tiempo el agotamiento de los recursos o la crisis de contaminación.

Si contemplamos los ecosistemas no-artificiales el panorama es completamente distinto: al tratarse de un proceso circular en el que, propiamente, no hay recursos ni residuos, el rendimiento pierde importancia. Da igual que un herbívoro sólo aproveche una pequeña fracción de su ingesta diaria y que el resto siga el curso intestinal, ya se encargarán los escarabajos o quien corresponda de aprovecharlo. Los mitos populares sobre la evolución biológica harían suponer que los herbívoros que han llegado hasta nosotros tras una penosa «lucha por la vida» son los de mejor rendimiento dietético, pero no es así: las especies que han llegado hasta nuestros días son aquellas que, simplemente, no vieron crecer su población sin límites y que, por tanto, no agotaron la capacidad de carga de sus territorios. La presión humana actual sobre el resto de las especies tiene que ver sobre todo con arrebatarles territorio o desorganizarlo, y ante tal presión un hipotético aumento de su rendimiento no constituiría solución alguna.

La interiorización de estos valores y mitos es fortísima en nuestra cultura. Como ejemplo les ofrezco esta definición de *ecoeficiencia* ofrecida por una persona de reconocido prestigio, director de una institución que está produciendo informes muy útiles en nuestro país en relación a la insostenibilidad de nuestra economía. Observen que se trata de *ecoeficiencia*, no de eficiencia a secas, es decir, una definición de rendimiento que hemos de suponer especial en términos ecológicos. Pues bien, la definición es, y cito literalmente, «producir más y mejor con menos impacto ambiental y uso de recursos». ¿Cuál es la *utilidad* aquí? Simple y llanamente *producir*, el concepto central del crecimiento económico. Ni una palabra acerca de la felicidad o, siendo más prosaicos, la buena vida o el bienestar, que es en definitiva el objetivo básico de la vaca pasciendo en el prado, objetivo que deberíamos hacer nuestro si es que deseamos reintegrarnos al modo de operar de los ecosistemas no-artificiales. Creo que esta persona, una vez hecha la crítica, estaría de acuerdo en que el bienestar debe ser el objetivo. Así que lo que está en cuestión es si podemos imaginar un mundo en que el bienestar poco tenga que ver con «producir más y mejor». Se trataría por el contrario de «vivir mejor con menos».

Intentaré explicar mi crítica al uso ligero de la noción de rendimiento, a fin de que tenga sentido práctico. El ciclo del agua es siempre un buen ejemplo porque, al revés que la energía, podemos verla en su materialidad.

El ciclo hidrológico, el que nos abastece de agua dulce, es casi sin duda el mayor capítulo energético de la biosfera. Cualquier otra actividad, ya sea la fotosíntesis o el propio consumo humano de energía primaria, representa en comparación un flujo energético marginal. Valorada energéticamente, el agua dulce que retraemos para nuestros propios usos, y que devolvemos como agua salobre en el mejor de los casos, es dos órdenes de magnitud mayor que nuestro propio consumo de energía primaria.

Dada su magnitud, cabría esperar según los mitos al uso que la biosfera usara un método de purificación extremadamente eficiente en términos energéticos. Pero por el contrario el método empleado, la evaporación, es tremendamente costoso, del orden de 2.600 MJ/m^3 . La desalación por ósmosis inversa representa un coste dos órdenes de magnitud menor, 11 MJ/m^3 . Es decir que, en términos de rendimiento, el ingenio humano sale vencedor con creces de la comparación. Y esta afirmación puede generalizarse en otros casos: por ejemplo, nuestros paneles fotovoltaicos capturan bastante más energía solar que las plantas a igualdad de superficie.

Al igual que Ove Arup, hace ya 25 años, podemos preguntarnos: ¿qué es lo que está mal en todo esto del rendimiento? ¿Por qué si «nuestras máquinas son más eficaces, más *soft* y consumen menos energía», si «continuamente aprendemos a hacer más con menos», por qué, digo, el deterioro ecológico sigue en aumento?

La clave está en que esos 2.600 megajulios del ciclo hidrológico son energía solar que se disiparía por el universo *en cualquier caso*; además esa fabulosa cantidad de energía sólo representa un 23 % del total del flujo solar y su uso no entra en competencia con otras actividades: ni con el movimiento del aire, ni con la fotosíntesis, etc; y, en consecuencia, el rendimiento del proceso de evaporación es totalmente irrelevante. Quizá no hay mejor ejemplo de esta irrelevancia que contemplar un aguacero sobre el mar: agua dulce que vuelve a ser salada sin aparente utilidad para nadie ni nada.

Por el contrario, la decena de megajulios que requiere la ósmosis inversa, son, hoy por hoy, un cargo contra las reservas minerales del planeta, y acarrear la inevitable y correspondiente emisión de contaminantes a la atmósfera. Además el uso de esa pequeña cantidad de energía compite con otros posibles usos y actividades. Ahora, el rendimiento es crucial.

De hecho, la larga lucha ecologista por evitar el trasvase del Ebro y, de paso, intentar que el Júcar no corriera la misma suerte que el Segura, tiene en parte que ver con el rendimiento, pues el trasvase hubiera supuesto un coste energético global del orden de 15 MJ/m^3 , tan sólo un 36 por ciento más que la desalación, 4 megajulios más, una cifra ridícula comparada con los miles de megajulios que requiere la evaporación. Pero desde el momento en que se piensa lo que esos 4 megajulios extra representan en deterioro ecológico, destrucción de ecosistemas (el delta del Ebro, el río Júcar, el entonces agónico Segura, etc), y sobre todo en expectativas de crecimiento futuro, la pelea merecía la pena, incluso para gente que no estaba, estábamos, ligados a ninguno de los territorios que aparecían como contendientes en la mediática guerra del agua (el «agua para todos» que todavía continúa).

¿Quiere esto decir que debemos tener la ósmosis inversa por un método aceptable en términos ecológicos, un método «respetuoso con el medio ambiente»? Si me han seguido hasta aquí, espero que estén de acuerdo con que lo único que podemos decir es que la ósmosis inversa representa un método de obtener agua dulce *menos* insostenible que el trasvase del Ebro. Y con que el problema crucial sigue siendo el crecimiento sostenido de la oferta de agua en unos territorios que

han agotado ya varias veces sus recursos hídricos. La desalación puede ser útil, por su mayor rendimiento, como una solución provisional mientras se busca una transición a otra cultura, sostenible, desde una que no lo es. Pero si el objetivo es simplemente continuar con el crecimiento del consumo de agua, la desalación tan sólo pospone en el tiempo el deterioro al que el crecimiento dará lugar. De hecho, el logro del ecologismo fue detener el trasvase de los 1.000 hectómetros cúbicos previstos. . . ¡Y no pasó nada catastrófico! Se sigue cultivando arroz y recogiendo naranjas, los problemas de abastecimiento urbano se han ido resolviendo con pequeños aportes por desalación, medidas de ahorro aquí o haya, etc. En definitiva, el éxito fue parar el crecimiento, del caudal en este caso, fomentando así medidas de gestión y reposición del recurso que han ido surgiendo a la largo del litoral mediterráneo, medidas propuestas desde asociaciones de agricultores como la de La Ribera hasta comunidades autónomas como la catalana.

Lo que ilustra el ejemplo de la producción de agua dulce puede aplicarse con propósitos prácticos a cualquier otro proceso. Hay dos casos a considerar:

- **Para paliar la insostenibilidad actual**, la mejora del rendimiento global de un proceso permite ganar tiempo posponiendo el deterioro. Ni más ni menos.
- **Para alcanzar la sostenibilidad**, la cuestión crucial es alcanzar un equilibrio dinámico entre la reposición de recursos y su consumo en cada territorio considerado. Y una vez pueda mantenerse ese equilibrio, el rendimiento global del proceso se torna irrelevante. Para este objetivo la clave está en *la gestión de la demanda*, no en *el aumento de la oferta*.

Como ven el manejo del concepto de rendimiento (o si prefieren el lenguaje postmoderno, el de eficiencia) es complicado y no debe tomarse a la ligera. En mi resumen he enfatizado el carácter *global* que debe tener su medida. De hecho, nuestros procesos industriales suelen ser procesos en serie en los que los recursos de un proceso individual son los productos del anterior. Muchos de estos procesos individuales pueden ser extremadamente eficaces, con rendimientos cercanos al 100 por cien. Pero esa eficacia puede perderse si en algún punto de la cadena el rendimiento decae o, incluso, si simplemente la cadena es muy larga (sintomáticamente, las cadenas tróficas de los ecosistemas no-artificiales suelen ser cortas). Piensen que diez procesos en serie con rendimientos individuales del 90 % arrojan un magro rendimiento global del 35 %: *el rendimiento decae exponencialmente* en un proceso en serie. Un ejemplo claro, debido a Amory Lovins, es el del bombeo de agua en EEUU: en media, tan sólo el 9 por ciento de la energía consumida se convierte en energía útil, en agua efectivamente bombeada. Aumentar el rendimiento en una parte de la cadena, incluso al cien por cien, poco mejora el rendimiento global en cadenas largas o complejas: ahí está la causa principal en el fracaso a la hora de reducir las emisiones del automóvil vía aumento del rendimiento de los motores, desentendiéndonos de todos los demás aspectos de un proceso de producción de movilidad endiabladamente complejo.

En este sentido uno de los paradigmas de uso banal del rendimiento y de irresponsabilidad ecológica es la cocina vitrocerámica o la de inducción: suministra calor a nuestros alimentos convirtiendo electricidad en calor; electricidad obtenida quemando gas, proceso en el que se disipa inútilmente del orden de dos terceras partes de la energía del gas en las centrales tradicionales: ¡así que mejor hubiera sido utilizar el gas directamente en la cocina! En la misma línea se sitúa el uso despreocupado de otros aparatos eléctricos, como las bombas de calor, individualmente muy eficientes, pero insertadas en largos procesos en serie en los

que tanto al principio como al final hay pasos con rendimientos escandalosamente bajos.

Mucho más prometedores para la mejora del rendimiento global son los procesos en paralelo, cuya consideración es una pieza clave de una nueva disciplina denominada *ecología industrial*. Se trata de que un proceso no se concentre en producir una única sustancia o servicio, junto a un montón de residuos o molestias, sino que por el contrario lo anteriormente tenido por residuo o molestia pase a ser también producto o servicio; objetivo que puede alcanzarse *recableando* las sendas de la producción. Una central de cogeneración consiste básicamente en eso: situada junto a la red eléctrica convencional y junto a industrias o edificios que requieran calor, produce electricidad al modo convencional pero el calor que normalmente se disiparía se convierte en calor útil para los vecinos. El coste de producción se divide entre dos servicios, y de forma pareja aumenta el rendimiento de ambos. El recableado, casi innecesario decirlo, requiere la *cooperación* entre industrias y actividades, y apunta en sentido contrario a la habitualmente alabada *competitividad*. Desafortunadamente, recablear industrias puede ser costoso y perderse por un lado lo que se gana por el otro. Pero merece la pena intentarlo. El recableado de actividades en nuestras ciudades a la vez que las rehabilitamos es una área que merecería atención y donde la creatividad podría encontrar una expresión útil. Y quizás algunas experiencias de las que se han presentado aquí son muy importantes precisamente en estos términos, incluso en aquellas en que ni siquiera se menciona explícitamente ni la energía, ni el rendimiento, ni la eficiencia.

En cualquier caso, estas últimas puntualizaciones, que simplemente muestran que hay que andarse con ojo pues no es oro todo lo que reluce, sólo son útiles para el objetivo modesto de disminuir la insostenibilidad, no para alcanzar una situación sostenible. Pero vistas desde el lado del consumidor final muestran también la eficacia del ahorro: si, por ejemplo, un agricultor estadounidense consigue reducir la cantidad de agua de riego, digamos en una unidad de energía de bombeo, él se habrá ahorrado la correspondiente factura eléctrica, pero, además y mucho más importante, habrá evitado al mundo el consumo de más de 11 unidades de energía primaria y la correspondiente contaminación.

Patrimonio edificado

Uno de los factores de la insostenibilidad de nuestras conurbaciones es el transporte, pero dado que ha sido tratado en una sesión anterior no me referiré a él más que para señalar que contener el crecimiento de todo tipo de transporte (el trasvase del Ebro es un ejemplo) debe ser el objetivo prioritario para iniciar la transición hacia un mundo sostenible. Desde mi perspectiva, sin ese objetivo, cualquier otro será probablemente inútil.

El otro gran factor es el impacto derivado del uso de la edificación existente y de los costes energéticos de su reposición y crecimiento. A este respecto, la discusión anterior sobre cómo debemos considerar el rendimiento se ha manifestado también en el debate arquitectónico reciente, como bien ilustran las posturas de ROGERS y MOEWES.

«El reto para los arquitectos es desarrollar edificios que incorporen tecnologías sostenibles, reduciendo así la contaminación y los costes de mantenimiento de los mismos. Tres cuartas partes de la energía que se usa cotidianamente en los edificios corresponde, más o menos

en proporciones iguales, a la iluminación artificial, la calefacción y la refrigeración; pero las nuevas tecnologías y las nuevas prácticas están revolucionando todas estas funciones. Se están poniendo a punto innovaciones que reducirán drásticamente los costes a largo plazo y la contaminación generada por los edificios.»

RICHARD ROGERS (1997)

«La idea de que los edificios de bajo consumo energético son respetuosos con el medio ambiente y de que, a través de la construcción de más edificios de este tipo, cumpliremos las promesas hechas en la Cumbre de Río [...], **es naturalmente, una estupidez**. Un nuevo edificio nunca ahorra energía, sino que genera nuevas necesidades energéticas, y la calificación de nuevo suelo para urbanizar es fundamentalmente antiecológica. Básicamente, sólo existen tres procesos que pueden conducir razonablemente a reducir las necesidades energéticas o la carga sobre el medio ambiente: **la rehabilitación** de edificios existentes; **la sustitución** de antiguos edificios ecológicamente despilfarradores por nuevas formas de bajo consumo y **el cierre de intersticios** entre edificios.»

GUNTHER MOEWES (1997)

Desde el polo *eco-tech* se pretende proseguir con el desarrollo inmobiliario, introduciendo la eficiencia energética y la innovación tecnológica en las nuevas edificaciones para disminuir el impacto respecto al de las precedentes; en suma, en el mejor de los casos se trata de reconstruir completamente nuestra segunda naturaleza, aunque a mi juicio ignorando los costes físicos de esa reconstrucción.

Desde el polo de la *regeneración ecológica* se pretende un objetivo bastante menos espectacular, pero probablemente de mayor mérito: introducir sensatez en el ciclo de producción y uso del alojamiento parando, para empezar, la expansión urbana.

¿Qué convendría en una situación como la española? Les propongo aplicar el esquema conceptual anterior y ver qué da de sí.

- Lo primero y principal es ponernos de acuerdo en el *propósito*, en la *utilidad* que queremos obtener. ¿Para qué sirve el patrimonio inmobiliario? La mayor parte simplemente para alojar a la gente, para dar cobijo. ¿Para este propósito qué necesitamos? La situación actual puede resumirse con unas pocas cifras:
 - Contamos con una vivienda por cada dos personas, por encima de la media europea.
 - Contamos con no menos de tres millones de viviendas vacías, de las cuales:
 - del orden de dos millones son aptas para vivir, son habitables
 - al menos medio millón están por estrenar

La conclusión es palmaria: si realmente el propósito es alojar a la gente, contamos con un *stock* más que razonable: no necesitamos seguir construyendo. Lo que necesitaríamos es algún modo de gestionar ese *stock* de forma que la demanda de vivienda pueda encontrarse con la vivienda ociosa. Y aquí no encontraremos en nuestra legislación mucha ayuda, pues en general su objetivo es ordenar el crecimiento del parque, no su gestión. No escapa a

esta regla la normativa de la vivienda social o protegida, salvo alguna legislación autonómica como la de la Comunidad Vasca, que representa algún avance.

En la documentación de este encuentro se menciona la idea de acciones «enzimáticas». Las enzimas son catalizadores. Sustancias que no entran en una reacción química ni como reactivos ni como productos pero cuya presencia altera la marcha e incluso la posibilidad de múltiples reacciones que, de otro modo, no se producirían o lo harían con rendimientos muy diferentes. Me atrajo la idea y me puse a pensar si existen catalizadores en arquitectura: por supuesto no hay que buscar sustancias, pues la cultura humana tiene poco que ver con la química: se trataría de algo que hace las cosas distintas, o posibles, o imposibles; que no se gasta y que puede utilizarse una y otra vez. Creo haber identificado al menos un tipo amplio de catalizadores: no son otra cosa que las normas y las leyes. No cuesta apenas nada plantearlas, pero si se cumplen, pueden cambiar drásticamente el panorama.

Una vez más el agua me servirá de ejemplo. El día que entró en vigor la vigente Ley de Aguas, este país vivió una revolución silenciosa. Ingentes cantidades de recursos hídricos que hasta ese momento eran propiedad privada pasaron a ser de dominio público, en razón de su escasez y de ser un recurso estratégico. Si no hubo protestas airadas de los antiguos propietarios es porque se trató de una revolución blanda: mientras no se diga otra cosa, los antiguos propietarios pasan a disfrutar de una concesión pública. Con todo, el cambio no es menor: ahora se puede poner contadores en los pozos, suprimir temporalmente concesiones, etc. Muchas de las nuevas experiencias de gestión de la demanda de agua han sido facilitadas de hecho por esa Ley y la Directiva marco de la Unión Europea.

Pues bien. En el caso del patrimonio inmobiliario haría falta con urgencia acciones enzimáticas en este sentido. Pondré dos ejemplos razonablemente provocadores:

- El suelo, que a diferencia del agua ni siquiera es renovable, debería ser declarado de dominio público. Para evitar un levantamiento de propietarios el mecanismo sería similar al de la Ley de Aguas: concesión automática del derecho de uso, mientras no se disponga otra cosa. Sería la única forma real de acabar con la especulación financiera sobre el principal de los recursos agotables que necesitamos para vivir. No sé si esto les parece demasiado radical o utópico, pero al menos aquí tengo el respaldo de dos arquitectos de prestigio, ALBERTO CAMPO y ANDRÉS PEREA, que han razonado en el mismo sentido recientemente.
- Otro ejemplo, que podemos copiar de algunos países europeos: calificación permanente de la Vivienda de Protección Oficial a lo largo de toda su vida útil, entendiéndose por tal el tiempo que media entre su construcción y su demolición, calificación unida a la fiscalización por la administración competente de las compraventas de viviendas VPO, pudiendo siempre ejercer el derecho de recompra. La clave fundamental es la creación de un parque de vivienda pública (estatal, autonómica y/o municipal) que, a través de instrumentos jurídicos apropiados (posiblemente incluyendo nuevas formas de posesión y usufructo, distintas de la propiedad y el alquiler), quede *permanentemente* fuera del

mercado inmobiliario. Se trata en definitiva de que la vivienda social por una parte no sirva como punto de partida para la especulación financiera (como ha ocurrido en el pasado y como, previsiblemente, ocurrirá en el siguiente ciclo alcista), y de que por otra se pueda gestionar exclusivamente en función de su valor de uso.

- Una vez fijado el propósito, lo siguiente es pensar en el rendimiento. ¿Cuánta energía, cuántas emisiones son necesarias para que el parque existente dé cobijo confortable a sus habitantes? Aunque es difícil dar cifras precisas, cualitativamente la situación no deja muchas dudas:
 - En una parte pequeña pero significativa del parque, la gente vive situaciones de disconfort por que para poner confortable su vivienda incurriría en costes que simplemente no puede pagar.
 - En una buena parte del parque, el confort exige despilfarros energéticos notables. La mayor parte de nuestros edificios no cumple obviamente los estándares actuales del CTE, aunque tampoco se trata de una norma adecuada para evaluar lo existente.

La situación demanda, por tanto, una política de rehabilitación energética de una fracción muy significativa del parque de viviendas, política nada sencilla para la que ni siquiera contamos con un diagnóstico global claro. Pero mantener esta situación sería irresponsable si de verdad se pretende atajar o paliar los efectos sobre el cambio climático.

Desafortunadamente, la contabilidad de Kioto, que es una contabilidad en boca de chimenea, no sirve siquiera para cuantificar el despilfarro actual o la reducción de emisiones que una política general de rehabilitación podría conseguir. A lo más que puede llegarse es a una estimación bastante grosera tras reasignar las emisiones en origen a los puntos de consumo final de la energía. Según mis cuentas, y siendo no demasiado optimistas, parar el crecimiento para rehabilitar con un coste bajo podría significar la reducción de un 15 por ciento del total de emisiones anuales. Nótese además que, junto al transporte, la edificación es el sector que ha experimentado mayor crecimiento de sus emisiones. Obviamente una de las tareas prioritarias sería lanzar un programa de investigación y evaluación sobre el particular.

Mis propias estimaciones, groseras y basadas en el estudio de unos pocos casos en Madrid y Barcelona, apuntan a que una rehabilitación sencilla, de bajo coste, poco ambiciosa energéticamente, permitiría reducciones significativas del consumo de cada edificio concreto, reducciones mayores que las que se alcanzarían mediante la pura sustitución de edificios. Sin embargo, la variabilidad es tan grande que esta suerte de estimaciones quizás sean inútiles, y habrá que analizar edificio a edificio, o al menos por tipos y edades. En muchos casos, sin embargo, hay que contar con que el coste energético de la propia rehabilitación estructural y espacial no podría compensarse con los ahorros conseguidos, y que habría que optar por la demolición y sustitución de edificios.

Con todo, una política estatal de rehabilitación energética del parque inmobiliario podría dar una salida a la actual y bendita crisis del sector de la construcción, pues requeriría tanto de rehabilitaciones, muy generadoras de empleo, como de nuevas construcciones, todo ello sin requerir urbanizar ni un metro más de suelo. Y aunque nuestras ciudades seguirían consumiendo

recursos agotables al menos habríamos ganado algo de tiempo. Lo curioso es que podríamos parar el crecimiento urbano sin dejar de construir: habría tajo para 30 años como poco.

Se que estas propuestas pueden parecer inalcanzables, difíciles o utópicas. Pero precisamente por ello no considero inútil perder mi tiempo hablando de ellas: precisamente por su dificultad a la vez que por su eficacia es casi de lo único que deberíamos hablar. Hace treinta años también parecía difícil el autoabastecimiento energético solar, pero hablando e insistiendo en la idea, hoy es un negocio floreciente.

Hay muchas otras acciones desde las que contribuir a paliar la insostenibilidad urbana, de hecho hay abundantes listas de ellas. Si me he restringido a estas pocas ideas es porque las considero prioritarias y deberían acaparar el grueso de nuestros esfuerzos. Desafortunadamente, las listas de acciones sostenibles funcionan a menudo de un curioso modo: parece que con cumplir alguno de los items de tales listas (un poco de material con etiqueta verde, un poco de riego con agua depurada para el césped, cubierta vegetal por allí, bambú por allá) el edificio en cuestión ya es sostenible y podemos pasar a ocuparnos del siguiente proyecto, por supuesto de nueva planta, ocupando nuevo suelo. En algún momento este trajín se me hizo insoportable y opté por el no-proyecto, y ahora no soy más que un calculista de estructuras retirado. (A fin de cuentas, el cálculo de estructuras es lo que hace que se sostegan los edificios frente a las agresiones mecánicas: y me resultaba grotesco ayudar a sostener en lo físico los artefactos de una cultura ecológicamente insostenible.)

Para terminar me gustaría referirme a la única de las experiencias que conozco con algún detalle de las que se presentarán a continuación. Me refiero a la rehabilitación de viviendas en Zaragoza. Su propósito es sencillo: rehabilitar hasta los estándares técnicos actuales edificios de vivienda de la década de los 50. La acción no se presenta a sí misma ni como ecológica, ni sostenible, ni siquiera respetuosa con el medio ambiente. Y sospecho que nunca verán en las revistas del sector de la construcción un reportaje como los que se suelen dedicar a Valdespartera o a la Terminal T-4 de Barajas, éstas sí tenidas por sostenibles y ecológicas. Sin embargo, se trata de una acción que está teniendo efectos inmediatos en términos de reducción de emisiones, distribución de renta monetaria, o mejora de la habitabilidad para sus ocupantes; en definitiva, se trata de una acción que regenera la ciudad, contribuye al bienestar de la gente, y no requiere crecimiento alguno. Desde mi punto de vista, esa experiencia ilustra bien el tipo de propósitos por los que merecería la pena volver al trabajo, si es que fueran socialmente compartidos.

Ciudad, energía y cambio climático

Mariano Vázquez Espí

Murcia, 9 de mayo de 2008

La crisis ecológica



Fuentes: DIAMOND (2005), elaboración propia.

En 2007, la mitad de la población vive ya en territorio urbanizado y consume **más** del 80 % de los recursos.

El proceso de urbanización continua. . .

Crecimiento/Desarrollo

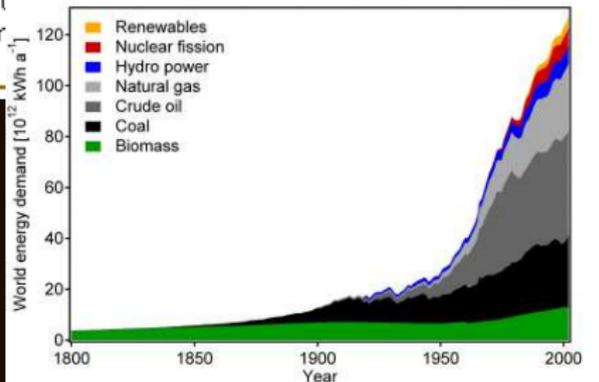
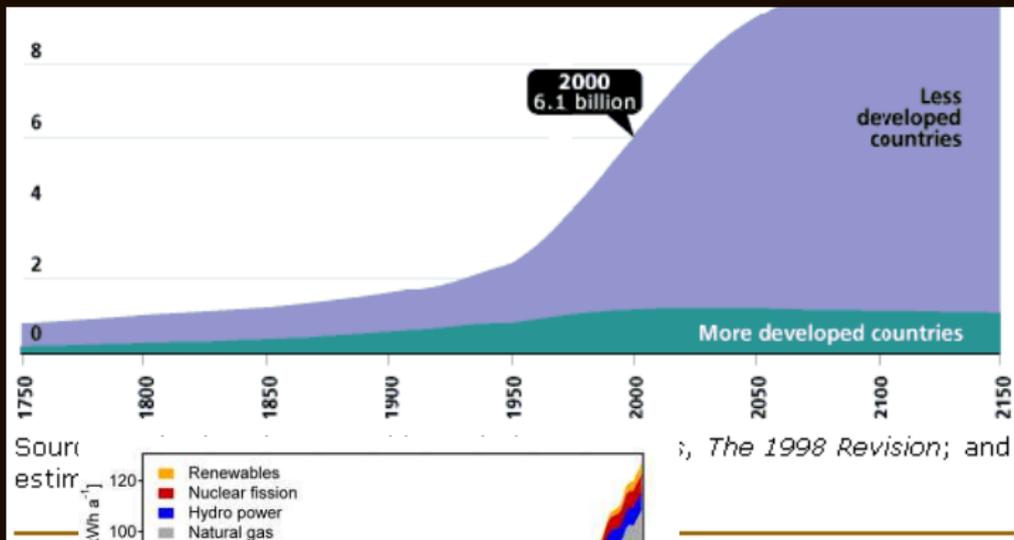
Advertencias sobre el cambio climático y el uso indiscriminado de combustibles

JOSEPH FOURIER	1827	matemático, físico, 1768–1830
JOSEPH TYNDALL	1861	físico, 1820–1893
RUDOLF CLAUSIUS	1885	físico, 1822–1888
SVANTE ARRHENIUS	1896	físico, químico, 1859–1927, PNobel 1903
FREDERICK SODDY	1922	físico, químico, PNobel 1921
...	...	

A modo de ejemplo, ninguna de sus advertencias figuran en la *Enciclopedia El País*. Hasta 1979 no se celebra la primera Conferencia Mundial sobre el clima. Y hay que esperar hasta 1985, en la Conferencia de Villach, para que el cambio climático entre por fin en la agenda política y se constituya el Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC).

En el tercer informe del IPCC de **2001** se reconoce oficialmente, **por fin**, la influencia humana sobre el clima.

Crecimiento/Desarrollo



Crecimiento/Desarrollo

Densidad de población en áreas metropolitanas (hab/Ha)

	1960	1990		1960	1990
Amsterdam	99	54	Melbourne	21	14
Frankfurt	87	46	Nueva York	29	21
Londres	65	42	Tokyo	85	71
París	69	46	Washington	21	13

Crecimiento/Desarrollo



elroto@inicia.es

Crecimiento/Desarrollo

Ecología

- desarrollo hasta una identidad
- estabilidad (climax)

- ciclaje de materiales

Economía

- desarrollo indefinido
- crecimiento sostenido
(*sustained*)
- consumo de recursos y
vertido de residuos

¿síntesis?

- | **desarrollo sostenible**
(*sustainable*)

Eficiencia, rendimiento

eficiencia. Virtud y facultad para lograr un efecto determinado.

eficacia. Virtud, actividad, fuerza y poder para obrar.

virtud. Actividad o fuerza de las cosas para producir o causar sus efectos.

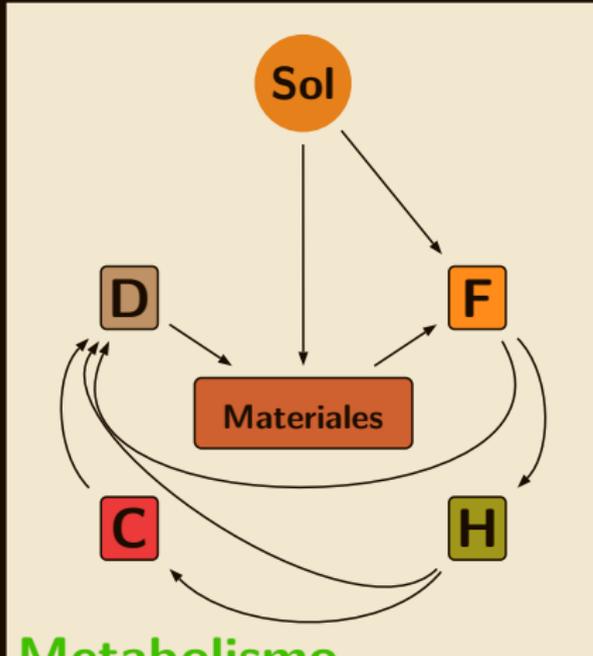
efecto. Lo que sigue por virtud de una causa.

—

rendimiento. [...] **4.** Producto o utilidad que rinde o da una persona o cosa. **5.** Proporción entre el producto o el resultado obtenido y los medios utilizados.

coste. Gasto realizado para la obtención o adquisición de una cosa o servicio.

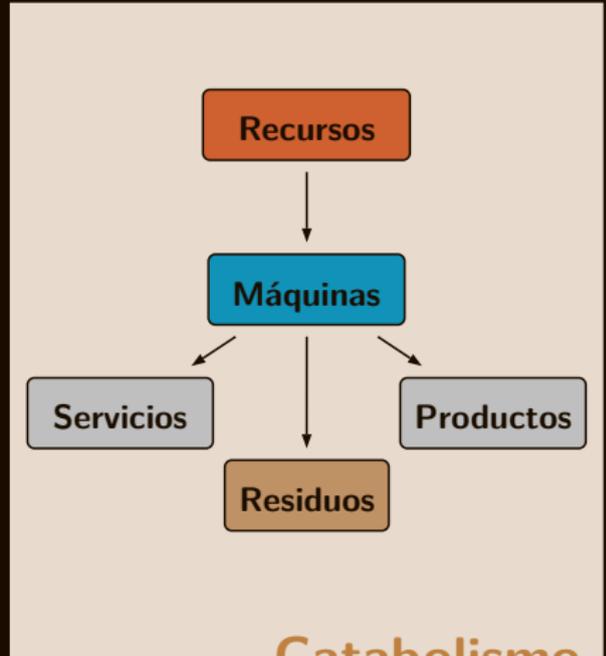
Eficiencia, rendimiento



Metabolismo

Ecosistema en clímax

La fotosíntesis **F** es la acción anabólica que empuja el ciclo completo de procesos catabólicos.



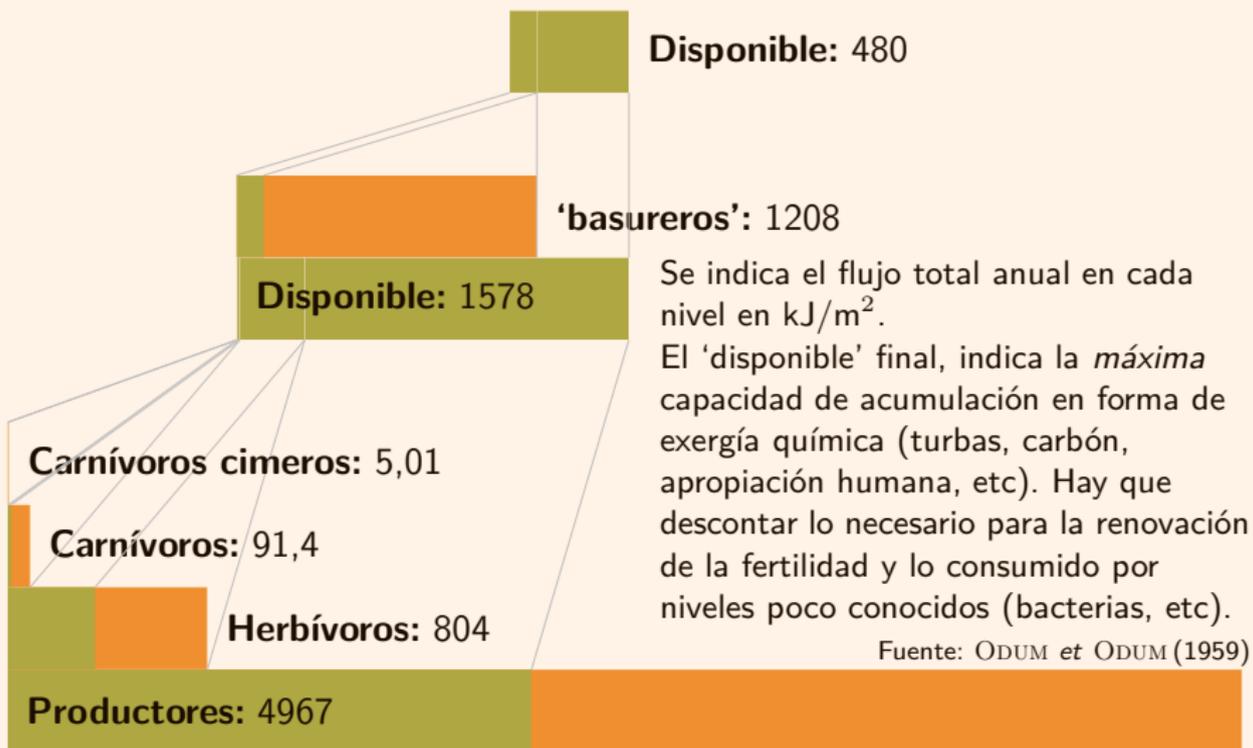
Catabolismo

Revolución Industrial

Los recursos se degradan y transforman en residuos.

Eficiencia, rendimiento

Cadena trófica en Silver Springs, Florida.



- rendimiento = $\frac{\text{utilidad obtenida}}{\text{recursos destruidos}}$

- *ecoeficiencia*:

«producir más y mejor con menos impacto ambiental y uso de recursos»

(JIMÉNEZ, 2007)

Energía útil consumida en el ciclo hidrológico (en terajulios anuales)

Evaporación del agua del mar \approx 1.000.000.000.000 TJ

Pro memoria

Valoración energética del agua dulce empleada
por los ecosistemas artificiales $>$ 13.000.000.000 TJ

Fotosíntesis \approx 3.600.000.000 TJ

Producción artificial de energía primaria

2005–2006 \approx 447.000.000 TJ

1999 \approx 400.000.000 TJ

1960 \approx 134.000.000 TJ

Acumulación energética en la fotosíntesis $<$ 25.000.000 TJ

Fuente: Elaboración propia

Producción de agua dulce

Proceso	Coste energético (MJ/m ³)
Evaporación (CN)	2.600
Ósmosis inversa	
— real (ca. 2000)	11
— límite teórico	3
<i>Pro memoria:</i>	
Trasvase del Ebro (2000)	
— proyecto para 1.000 Hm ³	15

Eficiencia, rendimiento

Todo el propósito del diseño de estructuras es ayudarnos a fabricar las cosas que necesitamos, o que imaginamos necesitar, o que simplemente imaginamos. [...] Si queremos construir algo, ¿se trata del lugar correcto? ¿no podríamos alcanzar nuestro objetivo de otra manera totalmente diferente después de todo?

[...]

Obviamente, lo que yo llamaría *diseño* es mucho más importante que el análisis de estructuras, puesto que determina lo que vamos a obtener por nuestros esfuerzos. Y, por otra parte, *lo que* decidimos hacer es mucho más importante que cómo hacerlo, y esto abre la llave de paso para toda una caterva de asuntos sociales, políticos, éticos, que nos amenazan con la confusión, o con algo peor, porque podemos ser incapaces de llegar a un acuerdo sobre qué hacer.

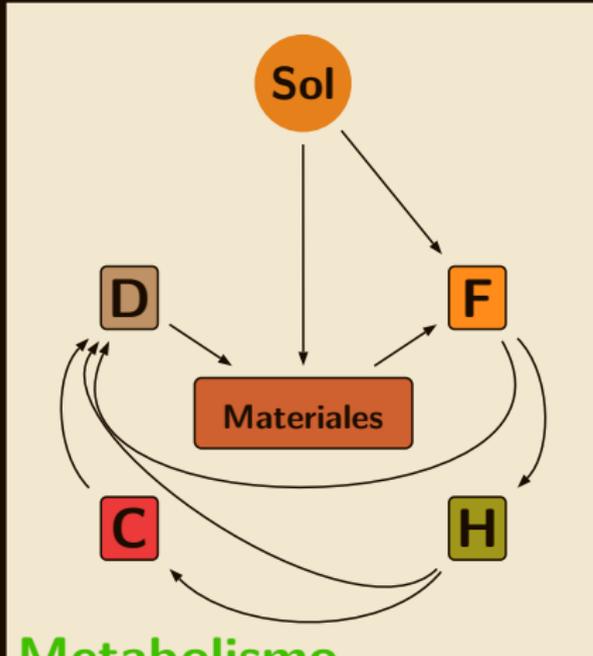
Cómo vivir en paz con nuestros semejantes sobre este planeta sin destruirlo es la final y ahora urgente pregunta. Y ojalá supiera la respuesta.

OVE ARUP (1984)

Producción de agua dulce

Proceso	Coste energético (MJ/m ³)
Evaporación (CN)	2.600
Ósmosis inversa	
— real (ca. 2000)	11
— límite teórico	3
<i>Pro memoria:</i>	
Trasvase del Ebro (2000)	
— proyecto para 1.000 Hm ³	15

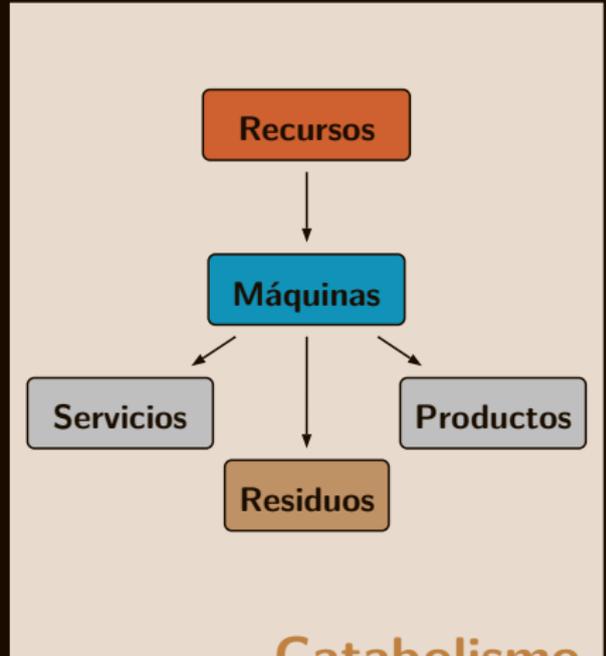
Eficiencia, rendimiento



Metabolismo

Ecosistema en clímax

La fotosíntesis **F** es la acción anabólica que empuja el ciclo completo de procesos catabólicos.



Catabolismo

Revolución Industrial

Los recursos se degradan y transforman en residuos.

- Procesos en serie:

$$\eta_{\text{global}} = \eta_1 \times \eta_2 \times \dots \times \eta_n = \prod_n \eta_i$$

		Rendimiento global η_{global}			
		longitud n			
rendimiento parcial	η_i	corta			larga
		2	5	10	20
bajo	0,10	0,01	0,00	0,00	0,00
	0,50	0,25	0,03	0,00	0,00
alto	0,90	0,81	0,59	0,35	0,12

Eficiencia, rendimiento

- **Procesos en serie:** Llegar en uno de los procesos individuales a un rendimiento del 100 % es lo mismo que conseguir suprimir uno de los procesos sin alterar el resultado final.

Incremento del rendimiento global η_{global} con $\eta_1 = 1$

rendimiento parcial η_i		longitud n			
		corta 2	5	10	larga 20
bajo	0,10	0,09	0,00	0,00	0,00
	0,50	0,25	0,03	0,00	0,00
alto	0,90	0,09	0,07	0,04	0,01

■ Procesos en paralelo:

Antes de 'recablear':

$$\eta_{\text{antes}} = \frac{\text{producto}_{1,\text{útil}}}{\text{recursos} + \text{producto}_{2,\text{inútil}}}$$

Después de 'recablear':

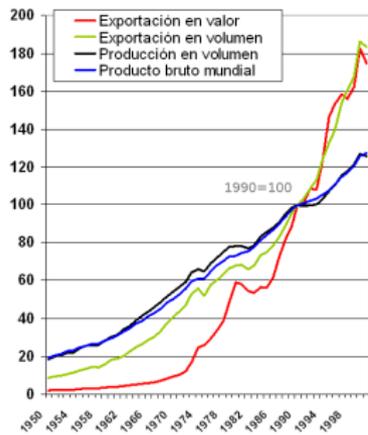
$$\eta_{\text{después}} = \frac{\text{producto}_{1,\text{útil}} + \text{producto}_{2,\text{útil}}}{\text{recursos}}$$

$$\eta_{\text{antes}} < \eta_{\text{después}}$$

Patrimonio edificado

Evolución de la producción
y el comercio mundial 1950-2001

Fuente: OMC, ESTEVAN (2006).

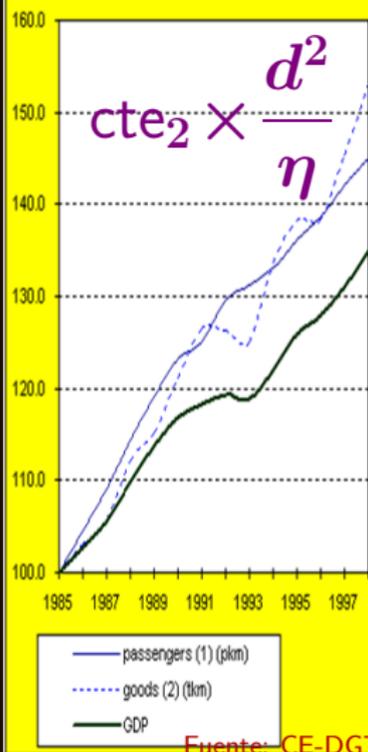


La expansión de la jerarquía urbana y la 'globalización' de la economía requieren un consumo de energía que crece **más rápidamente (d^2)** que su propia expansión (d).

Transport Growth EU 15

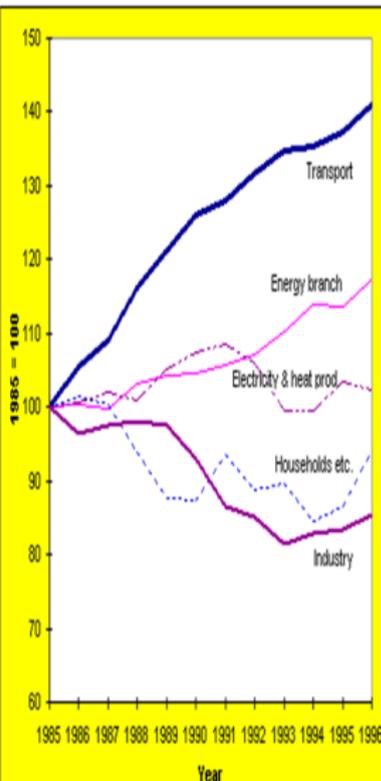
1.1

1985 = 100



Fuente: CE-DGTF, ESTEVAN (2006)

CO₂ Emissions from Fossil Fuels



Patrimonio edificado

«El reto para los arquitectos es desarrollar edificios que incorporen tecnologías sostenibles, reduciendo así la contaminación y los costes de mantenimiento de los mismos... Se están poniendo a punto innovaciones que reducirán drásticamente los costes a largo plazo y la contaminación generada por los edificios.»

RICHARD ROGERS (1997)

«La idea de que los edificios de bajo consumo energético son respetuosos con el medio ambiente y de que, a través de la construcción de más edificios de este tipo, cumpliremos las promesas hechas en la Cumbre de Río [...], **es naturalmente, una estupidez**. Un nuevo edificio nunca ahorra energía, sino que genera nuevas necesidades energéticas, y la calificación de nuevo suelo para urbanizar es fundamentalmente antiecológica. Básicamente, sólo existen tres procesos que pueden conducir razonablemente a reducir las necesidades energéticas o la carga sobre el medio ambiente: **la rehabilitación** de edificios existentes; **la sustitución** de antiguos edificios ecológicamente despilfarradores por nuevas formas de bajo consumo y **el cierre de intersticios** entre edificios.»

GUNTHER MOEWES (1997)

Nuestro *stock* de viviendas:

- una vivienda por cada dos personas
- tres millones de viviendas vacías (o más):
 - dos millones son habitables
 - medio millón están por estrenar (o más)

Patrimonio edificado

Emisiones brutas GEI en España (por origen)

Contribución al total de CO₂eq (%)

Origen	Año 'Kioto'	1990	1995	2000	2004
Combustibles	73,46	74,03	74,92	75,32	78,21
- sector energético	+26,85	+27,06	+27,30	+27,51	+27,09
- industrias	+16,15	+16,27	+16,87	+15,20	+17,13
- transporte	+19,88	+20,04	+21,08	+22,64	+23,84
- otros sectores	+9,12	+9,19	+9,24	+8,85	+9,20
Procesos industriales (sin combustión)	9,63	8,93	8,36	8,98	7,64
Disolventes	0,48	0,48	0,48	0,39	0,35
Agricultura	13,82	13,93	13,61	12,43	10,96
Residuos	2,61	2,63	2,64	2,84	2,83
	100	100	100	100	100

Fuentes: MMA (2006); elaboración propia.

Emisiones brutas GEI en España (por consumo)

Estimación por reasignación

Sector	1990		2003		1990-2003
	Mt	%	Mt	%	%
Transporte	59	20,8	101	25,1	71
Edificios	50	17,6	74	18,4	48
Construcción	36	12,7	55	13,7	53
Otras industrias	85	29,9	106	26,2	25
Agricultura	47	16,5	55	13,6	17
Residuos	7	2,5	12	3,0	71
	284	100	403	100	42

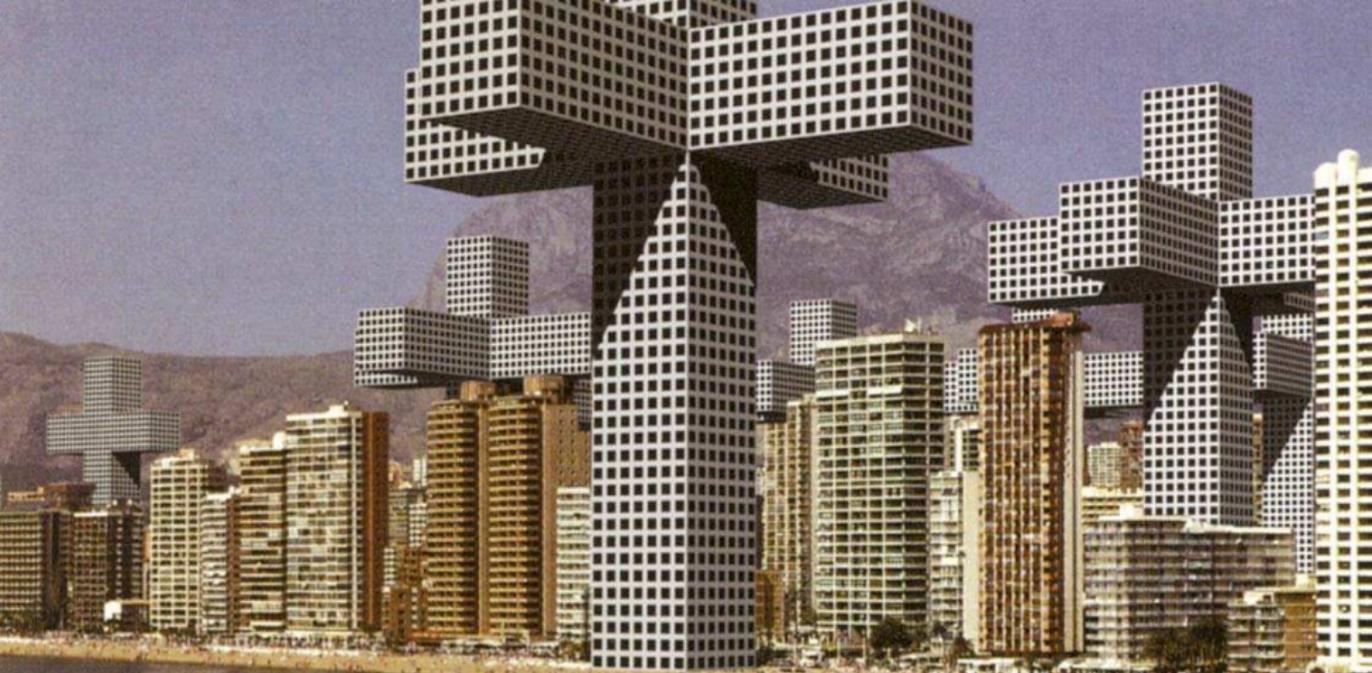
Fuentes: ESTEVAN (2006); elaboración propia.

Consumos anuales de combustibles según estrategias de sustitución

Total = Fabricación[+demolición] + Uso (MJ/m²)

Nueva planta a 30 años	Nueva planta a 50 años	Rehabilitación a 100 años	Rehabilitación energética a 100 años
383 = 133 + 250	330 = 80 + 250	280 = 15 + 250	203 = 15 + 188
100 %	86 %	73 %	53 %

- 30 años es la vida media al ritmo de construcción de 2001–2004
- en la rehabilitación energética se estima un ahorro durante el uso de sólo un 25 %



POPULATION = 1.900.000 20 AREA = 38 KM2 DENSITY = 50.000 INH./KM2

Hybris

¿Puede ser libre una sociedad mientras la codicia, la desmedida ambición y la mentira sean libres?

[...] la respuesta a la pregunta inicial debería ser pública, una cuestión fundamental en el funcionamiento de la propia democracia. No obstante, en relación a ella, nuestra democracia permanece muda. [...] parece incluso de mal gusto oponerse a los mecanismos de la cruda realidad — el capitalismo sin límites — con la expresión de deseos éticos alternativos. [...] De repente aludes de cifras caen sobre nosotros, y nos desorientan: burbuja inmobiliaria, morosidad, quiebra, posibilidad de recesión, amenaza de paro. Y la democracia que hemos construido y aceptado no nos ayuda en absoluto a hacer transparente lo que los especuladores quieren que permanezca opaco.

[...] ¿Por qué se ha rodeado de silencio, casi hasta el final, la destrucción sistemática del litoral mediterráneo y de muchos otros territorios por parte de depredadores que han exhibido abiertamente su rapiña?

[...] Si queremos regenerar nuestra democracia debemos atrevernos a condenar la *hybris*: no podemos aspirar verdaderamente a la libertad mientras la especulación y el engaño sean libres.

Rafael Argullol, El País, 26-4-2008.

Ciudad, energía y cambio climático

Mariano Vázquez Espí

GIAU+S (UPM)

Grupo de Investigación en Arquitectura, Urbanismo y Sostenibilidad

Universidad Politécnica de Madrid

<http://habitat.aq.upm.es/gi>

Edición del 12 de mayo de 2008

Compuesto con *free software*:
GNULinux/L^AT_EX/dvips/ps2pdf

Copyright ©Vázquez Espí, 2008