

LA INNOVACION TECNOLÓGICA Y SUS IMPACTOS EN EL TERRITORIO Y EN EL MEDIO AMBIENTE

Antton Azkona
IHOBE

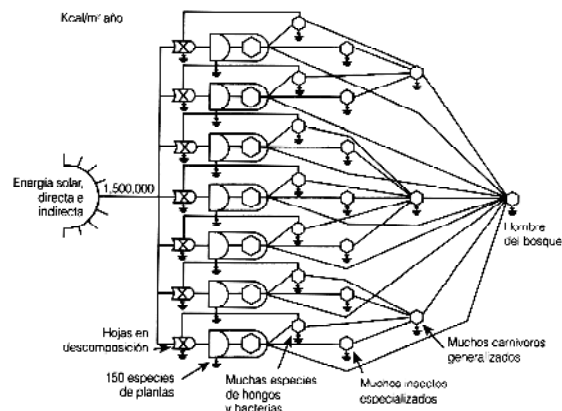
El éxito de la especie humana, desde su aparición sobre la tierra, ha sido debido a su capacidad para desarrollar tecnologías (siempre nuevas en el momento de su nacimiento) con las que ha podido orientar cantidades cada vez mayores de la producción natural hacia su propio beneficio. De la aplicación de tecnologías cada vez más eficaces y potentes en la producción de bienes se han derivado impactos ambientales crecientes a lo largo de la historia de la humanidad.

Giza espeziearen arrakasta, lurrearen gain agertu zenetik ona, teknologiak garatzeko duen ahalmenari sor dio (beti teknologi berriak sorrera momentuan), zeinekin geroz eta handiagoak diren ekoizpen primarioen kopuruak bere onerako bideratu ahal izan ditu. Gero eta ahaltsuago eta efikatzia handiagokoak diren teknologien erabilpenak gaien ekoizpenean, gero eta gogorrago gertatzen diren agertzen dituzte ingurugiroarekiko.

The Success of the human species since its appearance on earth, has to do with its ability to develop technologies (always new technologies at their birth) that enabled to deviate growing amounts of natural production to its own benefit. The application of more and more powerful and efficient technologies to the production of goods has resulted in growing environmental impacts throughout the mankind history.

FIGURA 1

Matriz reticulada que soporta y estabiliza un sistema de bosque tropical. El hombre es un componente menor y utiliza solamente 0,4 Kcal/m² de energía solar.



Fuente: Ambiente, energía y sociedad. Odum, H.T.

La adquisición de nuevas tecnologías progresivamente más eficaces es inherente al desarrollo de la especie humana desde el mismo momento de su aparición sobre el planeta Tierra. Creación de cultura y desarrollo tecnológico son dos caras de la misma moneda.

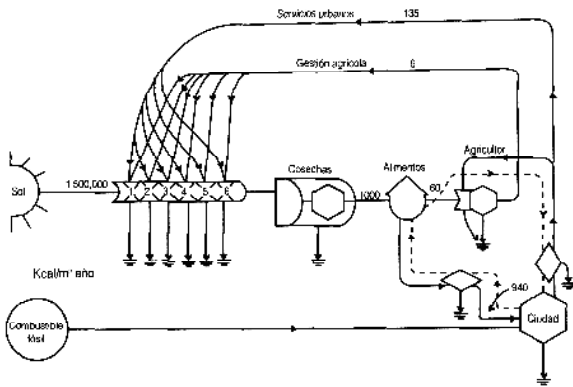
El primer gran salto tecnológico del ser humano se produce hace 10.000 años con el invento de la agricultura que dio soporte a la revolución neolítica. El invento del arado y la utilización de la potencia animal hicieron de la revolución agrícola un instrumento de enorme eficacia a la hora de proporcionar al hombre una clara ventaja competitiva en su lucha con el resto de las especies, tanto vegetales como animales, por la utilización de los frutos de la tierra. La domesticación de los animales, las obras de regadío y la selección de las especies vegetales cada vez de mayor calidad y de mayor rendimiento consiguieron alimentar y

sostener a poblaciones humanas cada vez de mayor tamaño.

A medida de que la población humana conquistaba y destinaba para su uso parcelas crecientes de superficies agrícolas o de bosques que suministraban combustible y material de construcción, el resto de las especies sufrían importantes retrocesos en su cuota de participación en el uso de la energía solar que alimentaba el ecosistema global planetario.

FIGURA 2

El hombre es un sistema de agricultura industrializada de alto rendimiento. Las entradas energéticas incluyen flujos de combustibles fósiles que sustituyen al trabajo que antes realizaban el hombre sus animales y la red de animales y plantas de los que antes se alimentaba. Los flujos de trabajo recluyen lo siguiente: (1) preparación mecanizada y comercial de las semillas y plantaciones, que sustituye al sistema natural de dispersión; (2) excesos de fertilizantes que sustituyen al sistema de reciclado de minerales; (3) desherbaje químico que sustituye al mantenimiento forestal de un sistema de degradación; (4) preparación y tratamiento del suelo para sustituir a los procesos de formación del suelo forestal; (5) insecticidas que sustituyen al sistema de diversidad química y a los carnívoros para impedir el sobrepastoreo y las epidemias (6) desarrollo de variedades que son capaces de transformar los ahorros de trabajo en almacenamientos netos de alimentos. En este sistema, 170 personas por milla cuadrada soportan 32 veces ese número en las ciudades. El nivel de producción de grano en los Estados Unidos es aproximadamente de 1.000 Kcal/m² año.



Fuente: *Ambiente, energía y sociedad*, Odum, H.T.

Las nuevas tecnologías ya habían comenzado a ejercer un impacto ambiental, que si bien a nivel global no ponían ni con mucho en peligro la existencia de la población humana, ya producían a nivel localizado desastres de cierta importancia debidos siempre a procesos de agotamiento de tierras, cambios climáticos locales, erosiones y desertizaciones que rompían los equilibrios preestablecidos entre la población y su entorno natural.

La utilización de los combustibles fósiles pareja a nuevas adquisiciones tecnológicas fue consiguiendo una expansión sin precedentes de la base alimentaria a la vez que la capacidad de refugio y vestido.

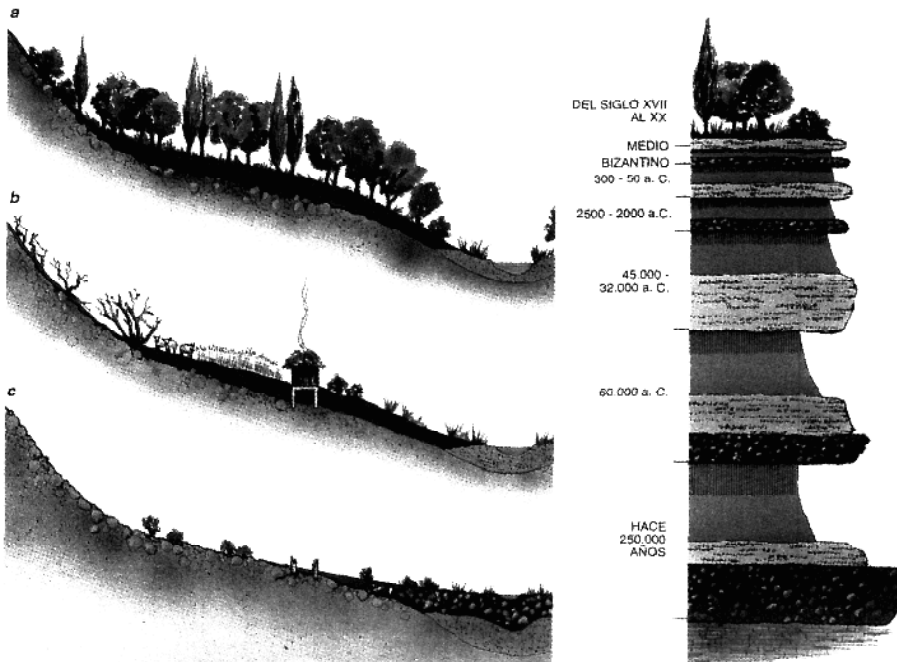
La adquisición de nuevas tecnologías se hizo vertiginosa con especial énfasis en aquellas que hacían posible aumentar la potencia de la maquinaria puesta al servicio de la producción a la vez que otras tecnologías como las de la comunicación (teléfono, radio,...) permitían una movilidad creciente al capital y con ello a la velocidad con las que se ponen en juego las inversiones.

Esta acelerada carrera de aumento constante de la potencia utilizable llega a las décadas de los 60 y 70 produciendo unos impactos sobre el medio ambiente que no habían tenido precedente a lo largo de la historia pasada.

Si de alguna manera hemos de calificar a estas dos décadas es como las décadas del crecimiento. Pero también es notorio que, junto al crecimiento, y el aludido aumento del impacto de las actividades humanas sobre el medio ambiente estas décadas fueron testigo del inicio de una toma de conciencia sobre el peligro que podía constituir el continuar de este modo. Y esto no solamente por las consecuencias que para la salud humana se podían derivar de tal situación, sino también debido a que el acelerado consumo de los recursos no renovables del planeta se veía como una amenaza a las bases mismas sobre las que se sustentaba el propio crecimiento económico.

Una visión del panorama al que se enfrenta la humanidad, después de que a lo largo de los años ochenta una serie de informes y trabajos de expertos han conseguido elevar la conciencia medioambientalista en los países desarrollados a niveles hasta ahora desconocidos se puede encontrar en el trabajo de Donella, H. Meadows, y otros «*Beyond the limits*» (Más allá de los límites).

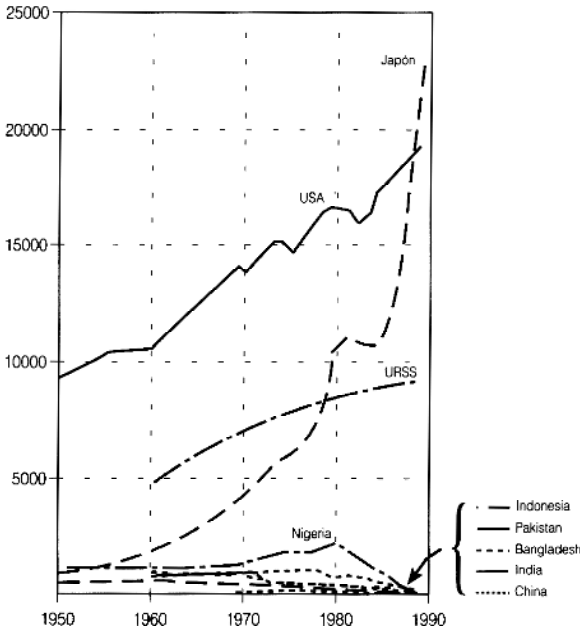
Efectivamente, el crecimiento ha solucionado, al menos a una parte importante de la humanidad, los gravísimos problemas de supervivencia que padeció en el pasado, y mientras no se encuentre otra solución la gente se aferra a la idea de que el crecimiento es la clave para un futuro



mejor. Sin embargo también hay que decir que el crecimiento no ha solucionado todos los problemas a la vez que también ha creado otros: ahí está la dificultad en conseguir que las cifras indicadoras del bienestar personal, tales como el PIB o la producción de alimentos per cápita, permanezcan constantes o incluso con períodos de ascenso y descenso en los países en vías de desarrollo

FIGURA 4

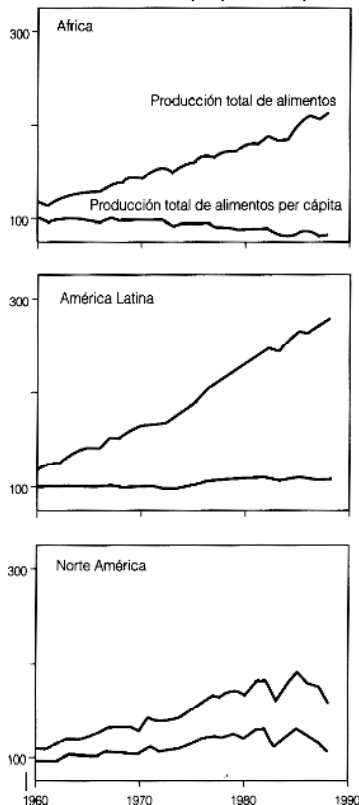
PIB per capita de algunos países subeconómicos en dólares USA de 1987. El crecimiento económico se produce en los países que ya son ricos. Cinco países, Indonesia, China, Pakistán, India y Bangladesh que juntos representan casi la mitad de la población mundial, apenas consiguen aumentar su PIB per cápita.



Fuente: Beyond the limits.

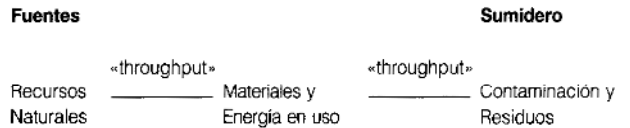
FIGURA 5

Producción regional de alimentos. La producción total de alimentos se ha duplicado o triplicado en los últimos 30 años en las regiones del mundo donde el hambre es mayor, pero la cantidad de alimento por personas apenas ha cambiado.



Fuente: Beyond the limits.

Es creencia de muchos que los problemas creados por el crecimiento se deben a la existencia de límites. La Tierra es finita. El crecimiento de algo físico, incluida la población humana y sus coches, edificios y chimeneas, no puede continuar eternamente. Pero los límites que son importantes en relación con el crecimiento no son aquellos que se enfrentan a la población, los coches, los edificios o las chimeneas, al menos no directamente. Son los límites al «throughput», a los flujos de energía y materiales necesarios para mantener en funcionamiento la gente, los coches, los edificios y las chimeneas, los que importan.

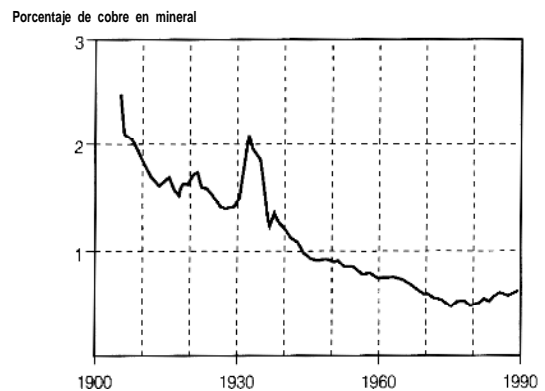


La economía humana depende del mantenimiento de unos flujos constantes de aire, agua, alimentos, materias primas y combustibles fósiles que proceden de la tierra. Los límites al crecimiento provienen de la posibilidad que presentan las «fuentes» del planeta de suministrar estas corrientes de materiales y energía y los límites que presentan las capacidades de los sumideros del planeta para absorber la contaminación y los residuos.

La disminución de la riqueza en cobre en los romerales de este metal a medida que su explotación avanza en los Estados Unidos, o la disminución prevista de las reservas de gas natural ilustran, como se ve en las figuras 6 y 7 el problema del agotamiento de las fuentes; mientras que el aumento de las concentraciones de gases como el metano, el CO₂, los óxidos de nitrógeno y el CFC (Fig. 8) son ejemplos del desbordamiento de los sumideros.

FIGURA 6

Disminución de la calidad de los minerales de cobre en Estados Unidos entre 1906 y 1990.

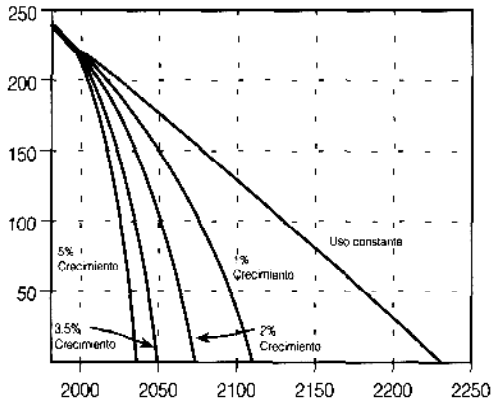


Euskal Herria ha vivido todo este proceso de forma bien diferenciada en las diferentes partes de su territorio.

Por un lado la revolución neolítica no afectó con la intensidad que le ha caracterizado a nivel mundial a la totalidad de su territorio. Sólo en la vertiente mediterránea de Hegoalde, y no en toda ella, se han mantenido prácticas agrícolas a lo largo de los últimos 5.000 años de nuestra historia. Precisamente en aquella parte que de verdad interesó a los romanos (El ager vascorum).

FIGURA 7

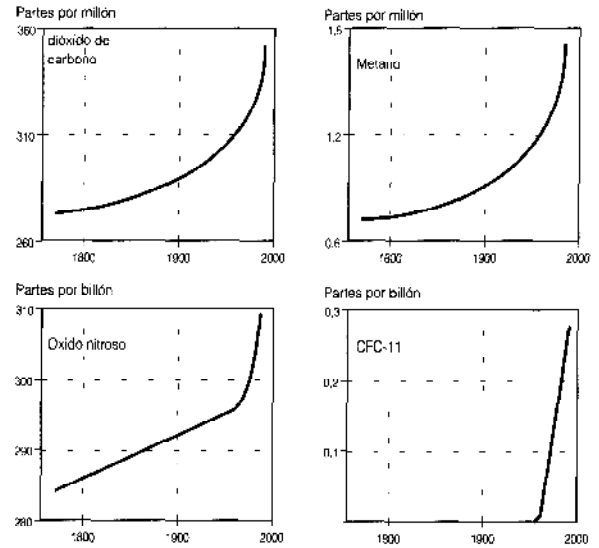
Disminución de las Reservas de Gas Mundiales asumiendo diferentes ratios de crecimiento en el consumo



Fuente: Beyond the limits.

FIGURA 8

Concentraciones de los gases de efecto invernadero



Fuente: Beyond the limits.

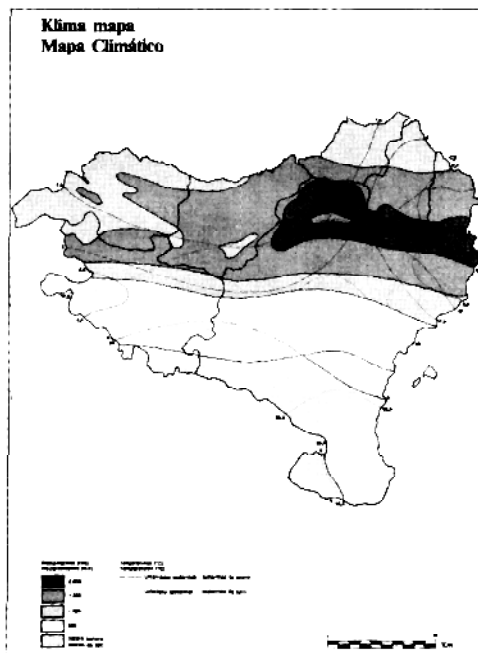
Esta parte del territorio situado más o menos al sur de la isolinia que marca los mil milímetros de precipitación al año (Fig. 9) ha sufrido las típicas secuelas de la explotación agrícola intensiva: eliminación del bosque, aumento de la erosionabilidad y empobrecimiento del suelo en principio. La enmienda de este empobrecimiento en una segunda etapa mediante la aplicación de fertilizantes con la agricultura moderna, trae la consiguiente aparición de problemas de fertilización en las aguas superficiales y en las subterráneas más superficiales (p.ej. en los acuíferos del cuaternario de la Llanada Alavesa). La alteración del paisaje en esta zona ha tenido que ser evidentemente muy profundo aunque no nos queden testimonios gráficos de ello.

En términos globales no se ha producido ningún proceso de industrialización importante en la zona donde se ha dado el desarrollo agrícola, y las densidades de población se han mantenido secularmente bajas

En el resto del territorio de Hegoalde, en la parte húmeda, la agricultura intensiva parece que no hizo su aparición hasta el siglo XVII con la introducción del maíz y la mejora de la tecnología aplicable a las prácticas agrícolas.

Esta parte básicamente representada por los Territorios Históricos de Bizkaia y Gipuzkoa no mantuvo por mucho tiempo el interés por una agricultura intensiva y paso prácticamente de una actividad cazadora recolectara (especialmente, la pesca) a la era de la industrialización. La prosperidad económica le llevo a alcanzar unas densidades de población enormes, 530 y 340 hab/km² respectivamente en Bizkaia y Gipuzkoa.

Los cuadros 1 y 2 proporcionan datos relativos a la población y uso desuelo en Hegoalde para el año 1968 que ilustran esta situación.



1.Taula Nekazal eliozpen osoa hektareako eta biztanleko eta Euskal Herrialdeen ezaugarri batzu.

	Populazioa x 10 ³	Azalera osoa km ²	Nekazal azalera km ²	osoa 10 ³ GJ/ urte	Nekazal ikolzpena Azalerekiko MJ/ha u.	Biztanlekiko kcal/b.e.	Populazioaren dentsitatea Biz/km ²
Nafarroa	487	10.421	3.649 (35)	10.896	29.860	14.650	46
Araba	250	3.047	853 (28)	2.946	34.536	7.716	82
Bizkaia	117.5	2.217	132 (5,9)	796	60.303	443	530
Gipuzkoa	690	1.997	134 (6,6)	629	46.940	596	345

El impacto de la industrialización sobre el territorio de la parte húmeda de Hegoalde se puede sintetizar como sigue.

Por una parte la riqueza generada por la actividad industrial y mercantil permitió liberar a esta parte del país de tener que utilizar su suelo, que entre otros motivos por razones orográficas no tenía ninguna vocación agrícola, para la producción de alimentos. En su lugar extensiones que superaban ampliamente el 50 % de la superficie total se dedicaron a bosque, si bien con plantaciones de especies exóti-

cas dedicadas a la producción de pasta de papel principalmente y madera muy en segundo lugar. Esto ha significado que, si bien con una cierta (importante) pérdida de biodiversidad, que más de la mitad de la superficie de estos territorios se haya salvado de convertirse en un paisaje desarbolado en el que se ara la tierra al menos una vez al año, se abona varias veces al año y se le aplican cantidades importantes de plaguicidas con esto además hemos contribuido en una parte importante (en términos porcentuales) a retener el anhídrido carbónico fijándolo en el tronco de los árboles.

2.Taula Luz-azalearen erabilpena herrialdeka
2.Taula: Luz-azalearen erabilpena herrialdeka

	Nekazaritza			Basoa		Erabilkaitza
	Goldatua km ²	Belardi eta larrerak km ²	Zuhaitz exotikoak km ²	Baso nahasia km ²	Hosto erorkorra km ²	Haitz, hiri, ura, km ²
Nafarroa	3.694 (35,44)	2.854 (27,38)	1.027 (9,85)	—	2.108 (20,2)	950 (9,1)
Araba	853 (28)	418 (13,7)	319 (10,5)	59 (1,95)	702 (23,2)	717 (23,53)
Bizkaia	132 (5,9)	358 (16,14)	1.028 (46,3)	81 (3,65)	167,54 (7,55)	274 (12,13)
Gipuzkoa	134 (6,6)	318 (15,9)	735,8 (36,8)	115,2 (5,75)	337,5 (16,9)	188 (9,4)

() Azalera osoarekiko portzentaia.

Por otra parte, la industrialización y el crecimiento económico han impactado de forma extremadamente dura sobre esa pequeña parte del territorio (menos de un diez por ciento del total) sobre el que se ha desarrollado la actividad humana desde mediados de la década pasada hasta nuestros tiempos.

Las partes bajas de los valles, incluidas especialmente las llanuras de inundación y las márgenes más anchas de los estuarios (incluidos los humedales) después de desecados, han sido ocupados en su totalidad y cubiertos por las edificaciones, el pavimento y los muelles, dando lugar a densidades locales de población increíbles.

La contaminación generada en los procesos industriales que se emitía por las chimeneas provocó no pocas veces situaciones límites en los barrios y pueblos obreros. Los vertidos de la población y la industria contaminaron las partes bajas de los ríos, los estuarios y las costas, además de los sedimentos de las partes navegables de los segundos.

Los residuos urbanos, y sobre todo los industriales, junto con las fugas, accidentes y formas descuidadas de almacenar y tratar productos y residuos, han contaminado los suelos de este pequeño porcentaje del espacio que ha quedado reservado a la actividad humana en esta parte de Hego Euskal Herria.

Resumiendo podríamos decir que el impacto de lo que en su día representó una innovación tecnológica de gran alcance, la revolución industrial, se concentra de manera directa en los Territorios Históricos de Bizkaia y Gipuzkoa con una secuencia de percepciones que muy bien podría ser este:

- Altas densidades de población, hacinamiento, calidad de vida.
- Contaminación atmosférica, salud humana.
- Contaminación de las aguas dulces, de los estuarios y de las costas.

— Contaminación de los suelos en la parte del territorio más utilizado.

De una manera indirecta, y reforzando los impactos seculares que la agricultura tiene sobre el medio, la tecnificación inducida sobre la agricultura por la revolución industrial en la parte más al sur de Euskal Herria habría impactado sobre el territorio y el medio ambiente:

- Consolidando la deforestación de la zona.
- Aumentando la erosionabilidad del suelo.
- Provocando la eutrofización de las aguas debido al abonado de las tierras.
- Haciendo que la biodiversidad disminuya.

Pero a partir de la década de los ochenta es difícil hablar de impactos medioambientales sin tener en cuenta la globalidad del problema aun cuando se este analizando la situación de un país tan pequeño como Euskal Herria.

Efectivamente, Euskal Herria ha contribuido al aumento de los CFC en la parte superior de la atmósfera fabricándolos y sobre todo utilizándolos, al aumento de las concentraciones de CO₂ al generar combustibles fósiles (también ha restado algo con el mantenimiento del bosque), a la disminución de reservas minerales de todo tipo en el mundo a través del consumo que ha hecho de combustibles fósiles, minerales, y todo tipo de materias primas, a la difusión de contaminantes persistentes en el medio (PCB, DDT,...). Es decir Euskal Herria como todos los países industrializados del mundo ha participado en mayor o menor medida a la creación de un importante pasivo ecológico que pesa sobre toda la humanidad y tendrá que tomar la parte de responsabilidad que le corresponde en la difícil pero no imposible tarea de anularlo.

Hay quien quiere ver señales de que el mundo esta aprendiendo la lección en hechos como el que a mediados de los años 70 se interrumpiera lo que hasta entonces había sido un crecimiento ligeramente exponencial en el consumo de metales (Fig. 10). Para su explicación se han presentado varias hipótesis:

- Las subidas del precio del petróleo de 1973 y 1979 hicieron que aumentaran fuertemente los precios de los metales cuya producción era muy intensiva en energía.
- Estos precios más altos, junto a las nuevas Leyes Medioambientales y las dificultades para el depósito de los residuos sólidos estimularon el reciclaje de los materiales.
- Este conjunto de presiones provocó una revolución técnica (una innovación tecnológica), los plásticos, la cerámica y otros materiales fueron sustituyendo a los metales. Multitud de productos desde automóviles hasta las latas de refrescos se hicieron más ligeros.
- La recesión económica de principios de los ochenta redujo la demanda de materiales. Durante esta recesión los sectores de la industria pesada fueron los más afectados, de manera que las demandas de metales básicos se vieron reducidas de una forma desproporcionada.

Sea cual fuere la explicación correcta para la disminución en la velocidad del crecimiento del consumo de metales, puede que las razones de tipo económico sean temporales, mientras que los cambios técnicos serán probablemente permanentes como lo serán las presiones de

tipo ambiental hacia la reducción del flujo de materiales. Las comunidades pobres siempre han reciclado y reutilizado materiales porque las fuentes de suministro eran escasas. Las comunidades ricas están reaprendiendo cómo reciclar porque los sumideros son escasos y saben que pronto también lo serán las fuentes. La moderna economía humana está por fin desarrollando también un sector del reciclaje en consonancia con la previsión de que los residuos selectivamente recogidos son las minas del futuro.

Desde una perspectiva de globalidad, donde una mayoría de la humanidad que se encuentra en una situación de subdesarrollo alarmantemente separada de la minoría rica, desea y tiene todo el derecho del mundo alcanzar las mismas cotas de bienestar económico y social de aquella minoría, el tamaño del problema que plantea el flujo de energía y materia necesario para conseguir esta meta es de tal dimensión que el reciclaje sólo no basta para permitir que este deseo se convierta en realidad.

La mejor forma de reducir los flujos es a través del aumento en la vida de los productos y mediante la reducción del flujo de materiales en origen.

Aumentar el tiempo de vida de los productos significa, mejorar el diseño, reparar y reutilizar. Reducir en la fuente significa conseguir las mismas prestaciones con menos material, para el flujo de materiales y energía e intensificar el uso de energías renovables para el flujo energético propio dicho.

De alguna manera, después de una acelerada toma de conciencia la humanidad ha comenzado a abordar todas estas cuestiones.

La aplicación del recién nacido concepto del LCA (Long Cycle Analysis - Análisis de ciclo de vida) a un número creciente de productos de consumo, junto con la también incipiente idea de primar la introducción de tecnologías progresivamente más limpias en las prácticas industriales están suponiendo el inicio de una nueva forma de entender la producción.

El hecho de que de aquí se deriven conceptos tales como el de *dumping* ecológico y gestión ambiental en la empresa, o la toma en consideración del medio ambiente como factor de competitividad son señales inequívocas de que la conciencia medioambiental ha conseguido por fin penetrar dentro de un mecanismo tan potente para producir la transformación como es el mecanismo de mercado. Ya no se va a poder producir (ya no se puede) sin tener en cuenta el medio ambiente.

Estos conceptos están calando rápidamente en la conciencia de los gestores empresariales de Euskal Herria y se dan todas las señales para pensar que si se cataliza el proceso con eficacia desde las instancias públicas (desde las más altas hasta las más cercanas a la empresa y al ciudadano), el País puede incorporarse a tiempo al tren de lo que algunos ya denominan la tercera revolución, la revolución de la sustentabilidad, la del desarrollo sostenible.

Conciencia, cultura y tecnología, son tres conceptos que deben ir juntos. Si la tecnología hasta ahora se ha puesto al servicio de la supervivencia de la especie humana en competencia con el medio natural al que consideraba hostil, la nueva conciencia medioambiental, adquirida gracias a la capacidad de entendimiento de cuales son las relaciones entre los seres vivos dentro de la naturaleza (la cual nos ha proporcionado precisamente ese avance cultu-

ral-tecnológico que se hizo a expensas del medio) la nueva tecnología que va a acompañar a la nueva conciencia y a la nueva cultura será una tecnología dirigida fundamentalmente a conseguir el objetivo de la sustentabilidad.

Se puede soñar con sustituir las altas temperaturas, grandes presiones, agentes químicos duros y la fuerza bruta que han caracterizado a los procesos de fabricación por procesos blandos utilizando la inteligencia de la maquinaria, molecular y la programación genética que los científicos empiezan a comprender. Las primeras incursiones en la nanotecnología y en la biotecnología están comenzando a permitir a la industria llevar a cabo reacciones químicas a la manera en que la naturaleza lo hace, acoplando cuidadosamente molécula a molécula.

Sin embargo, es mucho lo que queda por hacer en innovación tecnológica mientras se espera la llegada de tecnologías absolutamente blandas como las mencionadas. La corta experiencia en el intento de aumentar el reciclaje e introducir tecnologías y formas de producción limpia que tenemos en Euskal Herria y que tienen otros países industrializados demuestra que son muchísimos los procesos in-

dustriales en los que se puede intervenir para conseguir importantes reducciones en la generación de residuos y en definitiva en el nivel de su impacto sobre el medio.

La investigación en la dirección de conseguir mejores eficiencias, mayor longevidad de los productos, mayores posibilidades de reciclaje y minimización en origen, cada vez más, coinciden en interés con ganancias en competitividad dentro de las cambiantes leyes del mercado. Por primera vez en la historia de la era industrial (de momento no parece que exista ninguna era post-industrial) la innovación tecnológica va a jugar un papel fundamental en el camino de la integración de la especie humana en el medio natural. La tarea es dura y no queda demasiado tiempo si se quiere que toda la humanidad goce de un nivel de vida digno. La exportación de las tecnologías duras no ha conseguido que el tercer mundo despegue. No hay mejor ayuda para este mundo que la de traspasarle las tecnologías más limpias y las formas de producción más limpias de que disponemos en el mundo desarrollado. Tenemos que innovar para conservar lo que hemos conseguido y pasárselo a los que todavía no lo han conseguido.